

Pengaruh Abu Vulkanik Sebagai *Filler* Dalam Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall

Nur Nabilla Nazla*^{ID}, Helga Yermadona^{ID}, Selpa Dewi^{ID}

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Bukittinggi, Indonesia

Abstrak Abu vulkanik adalah salah satu jenis ekstrusi vulkanik udara yang biasanya merusak pada awalnya tetapi dalam waktu tertentu dapat berguna. Abu vulkanik dapat dimanfaatkan sebagai pengganti *filler*. Banyak penelitian yang melakukan penggunaan *filler* sebagai bahan campuran perkerasan seperti semen dan kapur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Abu vulkanik sebagai *filler* dalam campuran aspal beton (*Asphalt Concrete-Wearing Course/AC-WC*) terhadap karakteristik Marshall, yang meliputi stabilitas, *flow*, VIM (*Void in the Mix*), VMA (*Void in the Mineral Aggregate*), VFA (*Void Filled with Asphalt*), dan *Marshall Quotient* (MQ). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen Laboratorium. Abu vulkanik yang digunakan berasal dari erupsi Gunung Marapi. Abu vulkanik ini disaring hingga lolos saringan no. 200. Variasi kadar Abu vulkanik yang digunakan sebagai pengganti *filler* adalah 0%, 10%, 20%, 30%, 40%. Setiap variasi diuji sebanyak 3 kali sehingga total sampel adalah 15 benda uji. Nilai optimum dalam campuran aspal dengan stabilitas tertinggi 1373,04 kg, *flow* 2,54 mm, kepadatan 2,31 gr/cm³, MQ 540,71 kg/mm, VIM 3,82%, VMA 19,54%, dan VFA 80,45%. Semua parameter ini memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 kecuali pada kadar 40% yang belum memenuhi syarat karena pada nilai *flow* mencapai 5,5 mm melebihi batas maksimum dan nilai *Marshall Quotient* kurang dari 250 kg/mm.

Kata kunci : Karakteristik Aspal, Marshall Test, *Filler*, Abu vulkanik

* Penulis Korespondensi : nabillanazla02@gmail.com

1. Pendahuluan

Di Indonesia campuran lapis aspal beton (laston) merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang sering digunakan karena penerapannya sudah umum dalam konstruksi jalan. Aspal beton atau hotmix yaitu campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, serta bahan pengisi (*filler*) yang dicampurkan dengan aspal pada suhu tinggi. Menurut (Hadi Ali, 2019), *filler* berfungsi sebagai bahan pengisi yang menutup celah atau rongga diantara agregat dalam campuran aspal sehingga menghasilkan struktur yang lebih rapat.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi jenis *filler* seperti semen, kapur, *fly ash*, serbuk genting, dan lanau. Diantara bahan-bahan ini, semen dan *fly ash* dianggap memiliki performa terbaik sebagai bahan pengisi. Namun, kapur membutuhkan kadar aspal yang lebih tinggi agar dapat mencapai stabilitas

campuran yang optimal (Pratomo, 1999). *Filler* yang mempunyai berat jenis lebih rendah daripada agregat kasar dan halus dapat menyebabkan campuran tidak memenuhi spesifikasi. Hal ini terlihat dari nilai rongga dalam campuran (VIM) yang melebihi batas maksimum sementara itu nilai rongga yang terisi aspal (VFA) yang kurang dari batas minimum.

Abu vulkanik merupakan salah satu material yang hingga kini masih jarang digunakan atau dimanfaatkan sebagai *filler* (Widodo, 2000). Abu vulkanik merupakan material yang terbentuk akibat aktivitas letusan gunung berapi dan tersebar melalui udara. Meskipun awalnya bersifat merusak dalam jangka waktu tertentu material ini dapat dimanfaatkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik Marshall pada campuran aspal AC-WC dengan memanfaatkan Abu vulkanik sebagai bahan pengisi *filler*. Untuk menganalisis pengaruh kadar variasi Abu vulkanik sebagai *filler* dalam campuran aspal AC-WC dengan persentase pemakaian sebesar 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%.

Manfaat dari penelitian ini meningkatkan kinerja perkerasan jalan yang dapat membantu pemerintah daerah untuk mendukung pembangunan infrastruktur jalan yang berkualitas tinggi dan memiliki ketahanan yang lebih lama.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Bahan yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* (semen dan abu vulkanik), serta aspal Penetrasi 60/70. Abu vulkanik yang digunakan berasal dari Gunung Marapi yang telah diayak dan lolos saringan No. 200.

Metode penelitian ini dilaksanakan dengan memakai metode eksperimental dengan pengujian Marshall Test. Pada penelitian ini *filler* yang biasanya menggunakan semen akan diganti dengan menggunakan Abu vulkanik dengan persentase 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Untuk setiap kadar persentase akan dibuat 3 benda uji, sehingga total jumlah sampel benda uji yang akan dibuat adalah 15 buah.

2.1 Proses Pembuatan Benda Uji

2.1.1 Pengadaan Bahan dan Material

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan material (split, screen, abu batu, aspal, dan abu vulkanik), dilanjutkan dengan pengujian sifat fisik sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6. Abu vulkanik yang dimanfaatkan berasal dari material hasil letusan Gunung Marapi yang diambil dari daerah Lasi, Kecamatan Candung, Kabupaten Agam, Sumatera Barat, lalu disaring hingga lolos saringan no. 200 untuk digunakan sebagai pengganti *filler*.

2.1.2 Pengujian Agregat

Sebelum pembuatan benda uji aspal, dilakukan pengujian agregat untuk memastikan kesesuaian dengan standar Bina Marga. Berdasarkan SNI 1969-2016, penyerapan air maksimum untuk agregat kasar (tertahan saringan No.8) dan agregat halus (lolos saringan No.8) adalah 3%. Nilai diatas batas tersebut

menandakan kandungan air tinggi sehingga agregat tidak layak digunakan dalam campuran aspal.

2.1.3 Pengujian Aspal

Pengujian aspal dilakukan untuk mengetahui sifat fisiknya, meliputi pengujian berat jenis dengan syarat spesifikasi >1, serta pengujian penetrasi yang mengukur kedalaman penetrasi jarum standar pada waktu, suhu, dan beban tertentu untuk menentukan konsistensi atau kekentalan aspal.

2.1.4 Perkiraan Kadar Aspal Rencana

Penentuan kadar aspal dengan rumus :

$$\begin{aligned} PB &= 0.035 (\text{Ag. Kasar}) + 0.045 (\text{Ag. Halus}) + 0.18 (\text{Filler}) + K \\ &= 0.035 (62.85) + 0.045 (30.6) + 0.18 (6.55) + 0.75 \\ &= 5.5 \% \end{aligned}$$

Kadar aspal yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah sebesar 5,5%. Untuk keperluan pengujian, digunakan variasi kadar aspal dengan interval 0,5%, yaitu masing-masing 5%, 5,5%, dan 6%.

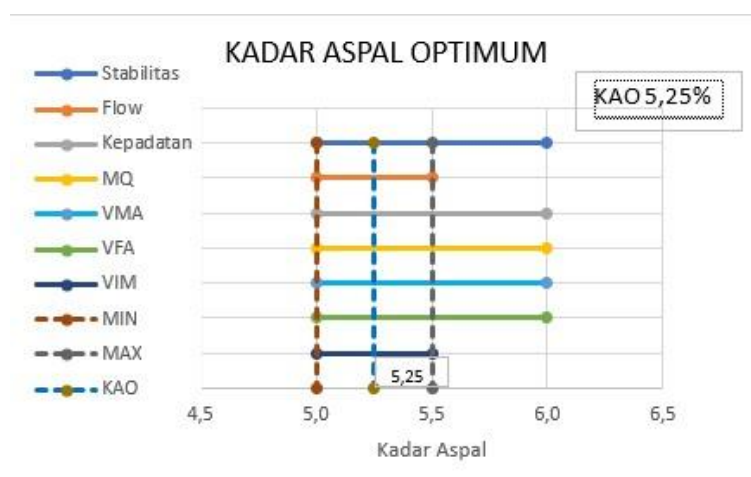
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar Aspal Optimum

Setelah kadar aspal rencana ditetapkan pengujian dilakukan menggunakan tiga variasi kadar aspal 5%, 5,5%, dan 6%. Masing-masing kadar diuji menggunakan tiga benda uji untuk memperoleh kadar aspal optimum yang paling sesuai. Data hasil pengujian menggunakan alat Marshall Test disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Variasi Kadar Aspal

Kadar Aspal	Stabilitas	Flow	Kepadatan	Marshall Quantient	VMA	VFA	VIM
5 %	1111,8	2,88	2,31	386,04	19,16	79,33	3,96
5,5 %	828,4	2,30	2,30	360,17	20,16	80,31	3,97
6 %	763	4,40	2,32	173,41	19,73	88,61	2,25



Gambar 1. Diagram Kadar Aspal Optimum (KAO)

3.2. Berat Agregat Dan Aspal dalam Rencana

Setelah melakukan perhitungan persentase dari gabungan agregat dan aspal, maka dari itu rancangan campuran dengan menentukan dari kapasitas Mold yang ada. Hitungan campuran aspal Beton (AC-WC) dengan menggunakan penetrasi 60/70 yang ada pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Rancangan Aspal Dan Agregat

Kadar Aspal	=	5,25	%				
Hasil Kombinasi							
Split (10-20 mm)	=	11	%	x	1100	=	121 gram
Screan (5-10 mm)	=	56	%	x	1100	=	616 gram
Abu Batu (0 - 5 mm)	=	31	%	x	1100	=	341 gram
Semen (<5 mm)	=	2	%	x	1100	=	22 gram
Aspal	=	5,25	%	x	1100	=	58 gram

Untuk campuran aspal dengan campuran Abu Vulkanik adalah melakukan pencampuran substitusi yang dilakukan sebagai pengganti *Filler* dengan persentase 10%, 20%, 30%, dan 40% yang diuraikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Filler Substitusi Abu Vulkanik

Semen (<5 mm)	=	2	%				
Hasil Kombinasi							
Abu Vulkanik	=	10	%	x	22	=	2 gram
Abu Vulkanik	=	20	%	x	22	=	5 gram
Abu Vulkanik	=	30	%	x	22	=	7 gram
Abu Vulkanik	=	40	%	x	22	=	9 gram

3.3. Data Uji Karakteristik Marshall

Pengujian Marshall dilakukan untuk mengetahui atau menilai karakteristik campuran aspal panas dengan menggunakan *water bath* selama 30 menit dengan suhu 60°C. Pengujian ini memiliki hasil data dari nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), kepadatan, *marshall quotient*, VMA, VIM, dan VFA yang akan diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Marshall Substitusi Abu Vulkanik

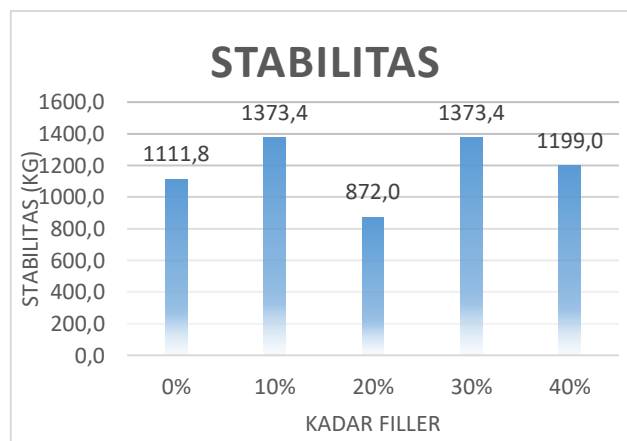
Kadar Filler Abu Vulkanik	Stabilitas	Flow	Kepadatan	Marshall Quantient	VMA	VFA	VIM
0%	1111,8	2,88	2,29	386,04	20,08	77,79	4,46
10%	1373,4	2,54	2,31	540,71	19,54	80,45	3,82
20%	872	3,12	2,31	279,49	19,57	80,31	3,85
30%	1373,4	3,18	2,32	431,89	19,19	82,26	3,40
40%	1199	5,55	2,29	216,04	20,22	77,1	4,63

Pada Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa substitusi Abu vulkanik 10% dan 30% menghasilkan nilai karakteristik Marshall yang paling optimal. Stabilitas tertinggi didapatkan pada kadar 10% dan 30% yaitu senilai 1373,4 kg, MQ tertinggi didapatkan pada kadar 10% yaitu senilai 540,71 kg/mm, dan VFA tertinggi didapatkan pada kadar 30% yaitu senilai 82,26%. Pada kadar 40% terjadi penurunan, terutama *flow* yang melebihi batas maksimum dan MQ yang kurang dari batas minimum. Hal ini menunjukkan bahwa kadar Abu vulkanik optimum terdapat pada 10% dan 30%.

3.4. Pembahasan Hasil Pengujian Marshall

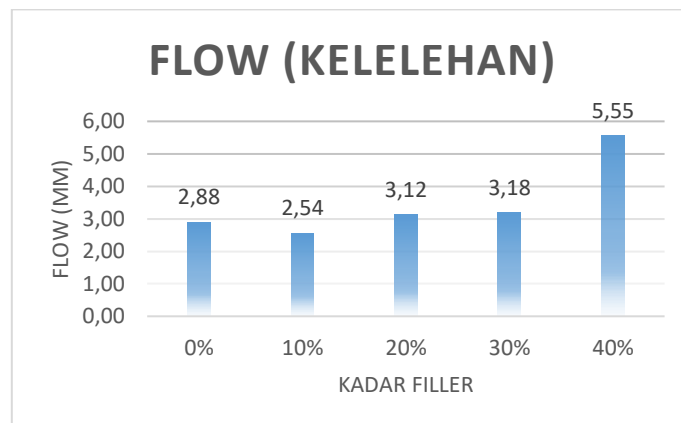
3.4.1 Stabilitas

Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada kadar 10% dan 30% yaitu senilai 1373,4 kg dan kadar 20% menghasilkan nilai terendah yaitu 872 kg, namun tetap memenuhi batas minimum karena lebih dari 800 kg. Maka kadar Abu Vulkanik dalam penelitian ini memenuhi syarat stabilitas untuk perkerasan jalan.

**Gambar 2. Grafik Nilai Stabilitas**

3.4.2 Flow

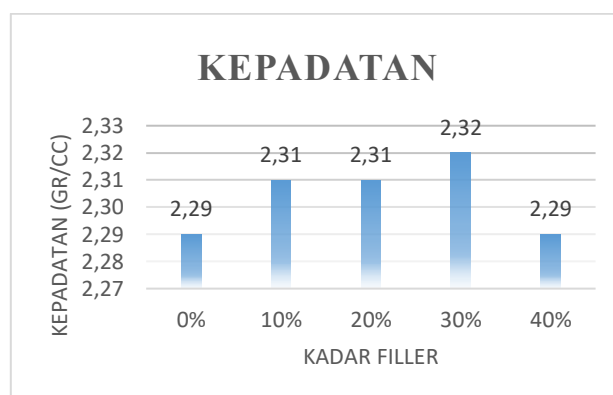
Nilai *flow* menunjukkan bahwa pada kadar 0%, 10%, 20%, 30% memenuhi syarat karena masih dalam standar spesifikasi umum yaitu antara 2 mm hingga 4 mm. Pada kadar 0% senilai 2,88 mm, pada kadar 10% senilai 2,54 mm, pada kadar 20% senilai 3,12 mm, pada kadar 30% senilai 3,18 mm. Namun pada kadar 40% terdapat nilai *flow* tertinggi yaitu senilai 5,55% yang melebihi batas maksimum dan dinyatakan tidak memenuhi syarat.



Gambar 3. Grafik Nilai Flow

3.4.3 Kepadatan

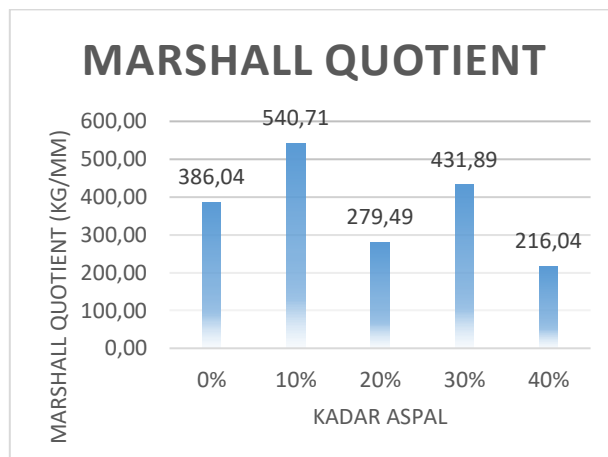
Nilai kepadatan pada kadar 0% dan 40% diperoleh dengan nilai 2,29 gr/cm³, pada kadar 10% dan 20% mengalami kenaikan menjadi 2,31 gr/cm³ dan nilai tertinggi diperoleh pada kadar 30% yaitu senilai 2,32 gr/cm³. Maka penelitian ini memenuhi syarat.



Gambar 4. Grafik Gambar Kepadatan

3.4.4 Marshall Quotient

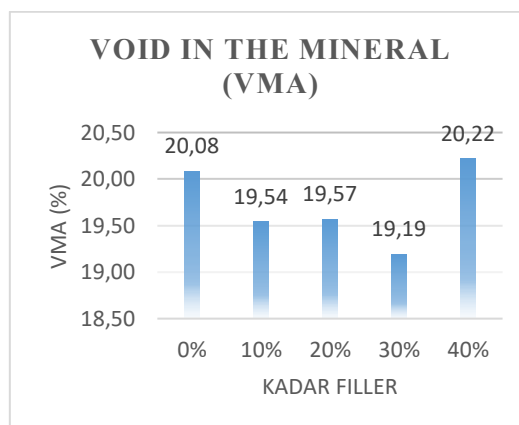
Nilai *Marshall Quotient* menunjukkan pada kadar 0%, 10%, 20%, 30% memenuhi syarat karena lebih dari 250 kg/mm dari batas minimum. Pada kadar 0% senilai 386,04 kg/mm, pada kadar 10% mendapatkan nilai tertinggi yaitu 540,71 kg/mm, pada kadar 20% senilai 279,49 kg/mm, pada kadar 30% senilai 431,89 kg/mm, sedangkan pada kadar 40% MQ menurun menjadi 216 kg/mm dan tidak memenuhi syarat karena kurang dari 250 kg/mm.



Gambar 5. Grafik Marshall Quotient

3.4.5 VMA

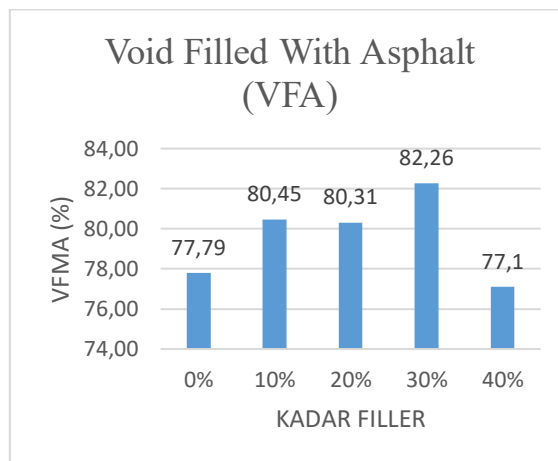
Nilai VMA pada kadar 0%, 10%, 20%, 30%, 40% memenuhi syarat karena melebihi batas minimum yaitu 15% sesuai spesifikasi. Nilai VMA tertinggi terdapat pada kadar 40% senilai 20,22%, pada kadar 30% senilai 19,19%, pada kadar 20% senilai 19,57%, pada kadar 10% senilai 19,54% dan pada kadar 0% senilai 20,08%.



Gambar 6. Grafik Nilai VMA

3.4.6 VFA

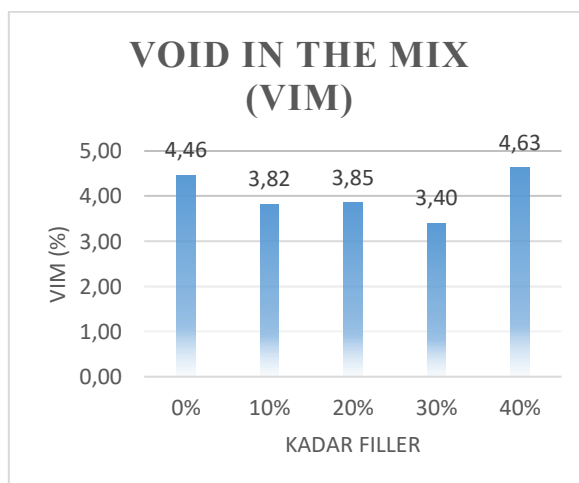
Nilai VFA menunjukkan pada kadar 0% senilai 77,79%, pada kadar 10% senilai 80,45%, pada kadar 20% senilai 80,31% dan VFA tertinggi diperoleh pada kadar 30% yaitu senilai 82,26% dan pada kadar 40% menghasilkan nilai terendah yaitu 77,10% namun tetap memenuhi batas minimum karena lebih dari 65%. Maka kadar Abu vulkanik dalam penelitian ini memenuhi syarat.



Gambar 7. Grafik Nilai VFA

3.4.7 VIM

Nilai VIM menunjukkan bahwa pada kadar 0% senilai 4,46%, pada kadar 10% senilai 3,82%, pada kadar 20% senilai 3,85%, pada kadar 30% menghasilkan nilai terendah yaitu senilai 3,40% dan VIM tertinggi terdapat pada kadar 40% yaitu senilai 4,63% namun tetap memenuhi batas minimum 3% dan batas maksimum 5%. Maka kadar Abu vulkanik dalam penelitian ini memenuhi syarat.



Gambar 8. Grafik Nilai VIM

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Abu vulkanik Gunung Marapi dapat digunakan sebagai *filler* pada campuran AC-WC. Seluruh parameter Marshall memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, dengan nilai optimum stabilitas 1373,04 kg, *flow* 2,54 mm, kepadatan 2,31 gr/cm³, MQ 540,71 kg/mm, VIM 3,82%, VMA 19,54%, dan VFA 80,45%. Variasi kadar 10-30% Abu vulkanik memberikan kinerja terbaik, sedangkan kadar 40% tidak memenuhi syarat karena *flow* melebihi batas maksimum dan MQ berada dibawah standar.

Abu Vulkanik dapat dijadikan alternatif *filler* pengganti semen pada kadar 10-30%. Penelitian lanjutan disarankan dengan variasi kadar lebih kecil (5%, 7,5%, 15%) untuk menemukan nilai optimum secara teknis dan ekonomis, serta uji lapangan untuk menilai performa terhadap lalu lintas dan cuaca. Selain itu

pemanfaatan Abu vulkanik juga perlu diuji pada jenis lapisan seperti AC-BC dan AC-Base.

5. Referensi

- Anton, A., Ishak, & Helga, Y. (2021). Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumbar, 1, 144-150.
- Aptarila, G., Lubis, F., & Saleh, A. (2020). Analisis Kerusakan Jalan Metode SDI Taluk Kuantan - Batas Provinsi Sumatera Barat. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 195-203.
- Bina Marga, Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1 Divisi 6 Perkerasan Aspal.
- Bukhari, R. A., & Eng, R. A. M. (2007). Rekayasa bahan dan tebal perkerasan jalan raya. Bidang Studi Teknik Transportasi Fakultas Teknik Unsyiah, Banda Aceh.
- Hadi Ali. (2019). Karakteristik Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Dengan Penggunaan Abu Vulkanik dan Abu Batu Sebagai *Filler*. *Sustainability* (Switzerland), 11(1), 1-14.
- Ichsan, Saleh, S. M., & Isya, M. (2014). Studi Evaluasi Tingkat Kerusakan Permukaan Jalan Untuk Menentukan Jenis Penanganan Dengan Sistem Penilaian Menurut Bina Marga (Studi Kasus Ruas Jalan Bireuen - Takengon). *Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, 11(2), 62-72.
- Johnston et al (2004). Impacts of volcanic ash on water supplies in Auckland. Part I. Institute of Geological & Nuclear Sciences Science Report, 2004(25), 83.
- Lestari, D. R. E., & Risdianto, Y. (2022). Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Kalsium Karbonat Sebagai *Filler*. *Rekayasa Teknik Sipil*, 10(2), 1-9.
- Lia, N., & Purwo, M. (2017). Evaluasi Kinerja Struktur Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Aplikasi Kenpave. 1-10.
- Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. E. (2019). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 1303-1216.
- Pratomo P. (1999), Campuran Hot Rolled Sheet Dengan Berbagai Jenis *Filler*, Prosiding Simposium I Studi Transportasi Perguruan Tinggi, ITB, Bandung, hal. 353-358.
- Rian.P. (2011). Kajian Laboratorium Sifat Marshall Dan Durabilitas *Asphalt Concrete - Wearing Course* (Ac-Wc) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland Dan Abu Batu Sebagai *Filler*. *Construction and Building Materials*, 6 (March), 116-123.
- Sudaryo, & Sutjipto. (2009). Identifikasi dan Penentuan Logam Pada Tanah Vulkanik di Daerah Cangkring Kabupaten Sleman dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat. *Seminar Nasional V*, 715-717.
- Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Buku, 244.
- Taufiq, M. (2017). Studi Pengaruh Penggunaan Abu Gunung Vulkanik Sinabung Sebagai *Filler* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Lapisan Pondasi Atas (AC- Base). 1-9.
- Tombeg, C. V., Manoppo, M. R. E., & Sendow, T. K. (2019). Pemanfaatan Sedimen Transport Abu Vulkanik (Gunung Soputan) Sebagai Bahan Substitusi Pada

- Abu Batu Dalam Campuran Aspal Hrs – Wc Gradasi Semi Senjang. *Jurnal Sipil Statik*, 7(3), 309–318.
- Widodo S. 2000, Pengaruh Berat Jenis *Filler* terhadap Karakteristik Campuran Split *Mastic Asphalt*, Prosiding Simposium III FSTPT, ISBN NO. 979-96241-0-X, hal. 1-9.
- Zainul Arifin, M., Djakfar, L., & Martina, G. (2008). Pengaruh Kandungan air Hujan. 2(1), 1–23.