

KAJIAN PENAMBAHAN SERBUK LIMBAH PLASTIK PADA CAMPURAN ASPAL PANAS TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK MARSHALL

*Waroatul Hikmayani¹, Titik Wahyuningsih², Anwar Efendy³, Aulia Mutaqin⁴

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram
mayahikmayani060999@gmail.com

Diterima: 08-04-2023 | Disetujui: 09-05-2023

ABSTRAK

Jalan raya merupakan fasilitas transportasi darat yang berperan penting dalam menunjang aktivitas manusia serta mencakup semua bagian jalan, termasuk bagian pelengkap yang dipergunakan bagi transportasi. Kerusakan jalan disebabkan oleh kendaraan berat yang melintas secara berlebihan, yang mengakibatkan regangan dan tegangan pada berbagai lapisan permukaan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk limbah plastik pada campuran Lapis Aspal Beton AC-WC yang berfungsi sebagai lapis aus yang berhubungan langsung dengan aktivitas lalu lintas. Variasi penambahan serbuk limbah plastik yang digunakan adalah 1%, 3%, 5%, dan 7%. Hasil pengujian *Marshall* didapatkan Nilai stabilitas optimum pada variasi penambahan serbuk limbah plastik 1%, sedangkan nilai minimum terdapat pada variasi penambahan serbuk limbah plastik 3%. Nilai kelelahan (*Flow*) semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penambahan serbuk limbah plastik. Nilai *Marshall Quotient* optimum pada penambahan 1% sebesar 512 Kg/mm, sedangkan nilai minimum terdapat pada penambahan 5% sebesar 366 Kg/mm. Nilai VMA semakin menurun pada setiap penambahan serbuk limbah plastik. Nilai VIM tertinggi terdapat pada penambahan 1% sebesar 7,24%, sedangkan nilai minimum terdapat pada penambahan 7% sebesar 5,61%. Nilai VFA tertinggi terdapat pada penambahan 7% sebesar 70,18%, sedangkan nilai minimum terdapat pada penambahan 1% sebesar 65,05%.

Kata kunci: Jalan, serbuk limbah plastik, AC-WC, *Marshall*

1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan fasilitas transportasi darat yang berperan penting dalam menunjang aktivitas manusia serta mencakup semua bagian jalan, termasuk bagian pelengkap yang dipergunakan bagi transportasi. Kerusakan jalan disebabkan oleh kendaraan berat yang melintas secara berlebihan, yang mengakibatkan regangan dan tegangan pada berbagai lapisan permukaan jalan.

Di tahun 2018, provinsi NTB menghasilkan lebih dari 630 ton sampah per harinya. Tahun lalu, kota Mataram sebagai ibukota provinsi sempat mengalami permasalahan sampah, dimana banyak timbunan sampah menggunung dan berserakan di tempat umum (Suara NTB, 2018). Salah satu penyebabnya adalah karena minimnya anggaran pemerintah dalam penanganan sampah. Praktek pengolahan sampah saat ini pun masih sangat konvensional dan prosesnya tidak terintegrasi satu sama lain. Dengan meningkatnya pariwisata dan kegiatan ekonomi NTB, permasalahan selanjutnya adalah pengolahan sampah untuk segera ditangani.

Pemerintah provinsi NTB menyampaikan tentang Industrialisasi. Dalam mengurangi masalah sampah, salah satu program unggulan NTB Gemilang perihal Zero Waste. Sekarang hadir mesin penghasil bahan bakar yang ramah lingkungan menggunakan system Pirolisis. Dengan adanya mesin pengolah sampah ramah lingkungan ini, semua bahan baku yang dibutuhkan berasal dari plastik. Yaitu kantong kresek, kemasan plastik untuk manisan dan snack, *steoroform*, sandal bekas, ban bekas, dan aneka karet. Sedangkan jenis plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) dan PVC (*Polyvinyl Chloride*) tidak dimasukkan kedalam mesin, seperti botol air, pipa atau selang. Proses didalam mesin pirolisis dapat menghasilkan cairan serta gas, yang nantinya cairan ini akan diolah kembali untuk memisahkan air serta minyak dalam bentuk solar. Sisa dari pengolahan plastik bisa dijadikan sebagai bahan baku aspal dan ban. Gas yang tersisa pada tangka filtrasi disaring menggunakan keramik, sehingga udara dari proses ini bersih bebas polusi.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serbuk limbah plastik dengan variasi penambahan 1%, 3%, 5%, dan 7% pada campuran aspal panas untuk lapisan AC-WC dengan pengujian Nilai Karakteristik Marshall mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi I

2. LANDASAN TEORI

Konstruksi Jalan Raya

Pada Undang-Undang Jalan Raya No. 13/1980 dikatakan bahwa jalan ialah segala bentuk apapun yang berkaitan dengan bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas pada suatu prasarana perhubungan darat. Menurut Suprpto, (2004) lapisan perkerasan jalan terdiri dari lapis permukaan paling atas yaitu lapis aus (*Wearing Course*) serta lapis antara (*Binder Course*). Lapis pondasi atas (*Base Course*) yang terletak diantara lapis bagian atas dan lapis pondasi bawah. Lapis pondasi bawah (*Subbase Course*) yang berada diantara lapis pondasi dan tanah dasar. Setiap lapis perkerasan tersebut memiliki spesifikasi tersendiri untuk menunjang fungsinya masing-masing menjadi lapis perkerasan pada konstruksi jalan serta perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis agar memiliki daya dukung serta keawetan yang memadai.

Aspal

Menurut Sukirman, (2007), aspal ialah suatu bahan yang berwujud padat sampai relatif pada pada suhu ruang, serta bersifat *thermoplastic*, sehingga aspal meleleh bila dipanaskan sampai suhu tertentu dan membeku kembali jika suhunya turun. Selain agregat, aspal sendiri adalah bahan pembentuk campuran perkerasan jalan yang didefinisikan sebagai bahan perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan bitumen sebagai komponen utamanya. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari produksi minyak bumi. Jumlah aspal dalam campuran perkerasan antara 4 dan 10% tergantung berat campuran, atau 10-15% tergantung pada volume campuran.

Campuran Aspal Panas

Aspal campuran panas merupakan campuran agregat bergradasi padat dengan agregat kasar, dan halus serta bahan pengisi sebagai komponen utama, kemudian ditambahkan aspal sebagai pengikat. Bahan-bahan ini kemudian dicampur dan dipadatkan dalam kondisi panas pada temperatur tertentu untuk membentuk campuran yang dapat digunakan sebagai bahan pelapis jalan. Jenis perkerasan yang menggunakan aspal panas merupakan tipe perkerasan fleksibel.

Limbah Plastik

Limbah plastik adalah setiap barang bekas atau tidak terpakai yang bahannya terbuat dari bahan kimia yang tidak terbarukan. Sebagian besar sampah plastik dari penggunaan sehari-hari biasanya digunakan untuk kemasan. Diterbitkan di situs web Lingkungan PBB, bahan kimia yang digunakan untuk membuat plastik umumnya berasal dari minyak, gas, dan batu bara. Sejak tahun 1950, 8,3 miliar ton sampah plastik telah dihasilkan, dan sekitar 60% plastik berakhir di tempat pembuangan sampah atau didistribusikan di lingkungan alam. Cara yang digunakan pada pencampuran serbuk limbah plastik untuk campuran beraspal adalah cara kering (*dry process*), yaitu suatu cara dimana serbuk limbah plastik dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas ditambahkan. Dari Luh (2019), dalam Susilowati (2021), Penambahan limbah plastik polietilen densitas rendah (LDPE) dalam bentuk potongan kecil dari 1% hingga 6%, menghasilkan stabilitas hingga 66,70% lebih tinggi dan kadar aspal lebih rendah hingga 2,5% dibandingkan dengan campuran aspal beton tanpa campuran limbah plastik.

Pengujian Marshall (Karakteristik sifat-sifat Marshall)

Kelelahan (*flow*) didapat dari pembacaan arloji flow yang menyatakan deformasi benda uji dalam satuan 0,01 mm. Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi (perubahan bentuk permanen), seperti gelombang, bekas roda dan aspal yang naik ke permukaan. *Marshall Quotient* (MQ) adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan nilai *flow*. *Density* adalah kepadatan pada campuran aspal setelah dipadatkan. Suatu campuran menunjukkan densitas yang lebih baik apabila semakin tinggi nilai densitasnya. VIM (*Void in The Mix*) adalah hasil persentase rongga udara dalam campuran. VFA (*Void Filled Asphalt*) adalah persentase rongga yang terisi aspal efektif. VMA (*Void Mineral Agregat*) merupakan rongga udara antara butir agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif yang merupakan persentase volume rongga dalam agregat yang terisi aspal, dinyatakan sebagai persentase dari total volume.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang dilakukan meliputi:

Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Data primer dalam penelitian ini adalah data penelitian hasil uji yang meliputi *volumetrik* benda uji, hasil uji *Marshall*, mencari kadar aspal optimum, hasil uji *Marshall* kadar aspal efektif, dan pembuatan komposisi benda uji dengan variasi campuran serbuk limbah plastik 1%, 3%, 5%, dan 7%.

Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya atau yang dilaksanakan dan masih berhubungan dengan penelitian tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data pemeriksaan agregat yang diperoleh dari Laboratorium Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat dan data hasil pemeriksaan karakteristik aspal dari Laboratorium Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data sekunder lainnya yaitu peraturan pengujian SNI, Spesifikasi Umum Bina Marga, Studi Literatur.

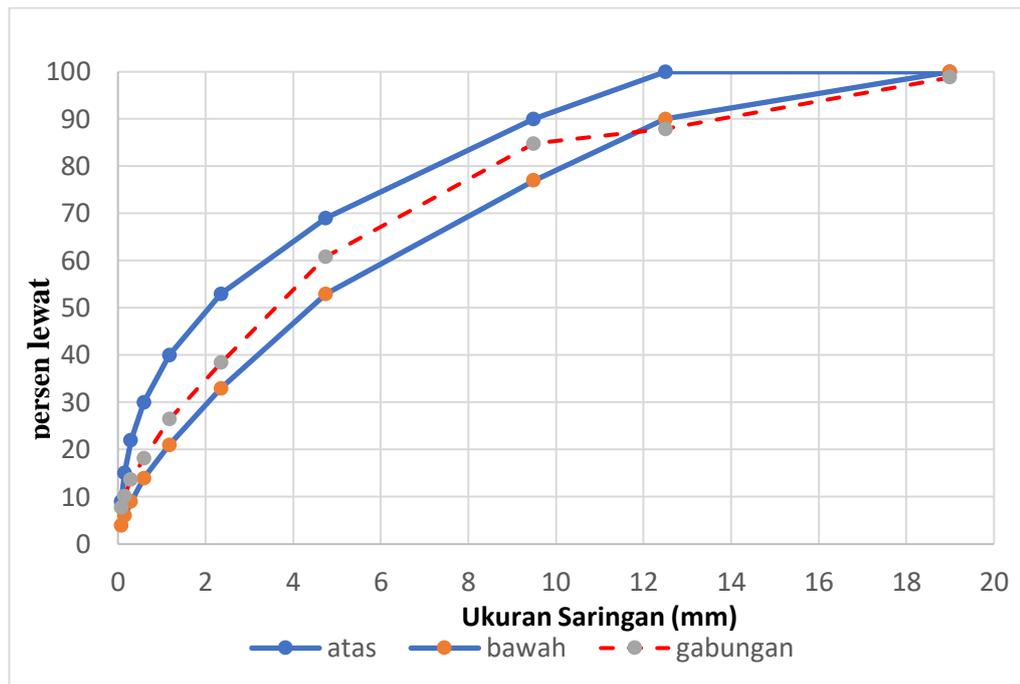
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dari pengujian di Laboratorium Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang provinsi Nusa Tenggara Barat dan analisis dalam bentuk tabel serta grafik.

Tabel 1. Persentase Agregat Campuran

URAIAN	SIEVE SIZE										
	Inch	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Mm		19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
Titik Kontrol											
Max		100	100	90	69	53	40	30	22	15	9
Min		100	90	77	53	33	21	14	9	6	4
Data Gradasi Agregat											
Agregat 3/4"		91.91	19.41	4.34	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.11	0.08
Agregat 3/8"		100	100	98.89	40.65	3.5	1.77	1.64	1.57	1.43	1.13
Abu Batu		100	100	99.05	97.73	80.03	54.92	36.56	26.85	19.11	13.96
Filler		100	100	100	100	100	100	100	100	99.77	96.74
Kombinasi Agregat											
Agregat 3/4"	15%	13.79	2.91	0.65	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Agregat 3/8"	39%	39.00	39.00	38.57	15.85	1.37	0.69	0.64	0.61	0.56	0.44
Abu Batu	45%	45.00	45.00	44.57	43.98	36.01	24.71	16.45	12.08	8.60	6.28
Filler	1%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97
Total Campuran	100%	98.79	87.91	84.79	60.86	38.41	26.43	18.11	13.72	10.17	7.70

Sumber: Hasil Pengujian



Gambar 1 Grafik Persentase Agregat Campuran

Perhitungan Kadar Aspal rencana

Untuk dapat menghitung nilai kadar aspal rencana (Pb) terlebih dahulu didapatkan proporsi agregat campuran yang sesuai dengan standar Bina Marga 2018.

$$Pb = (0,035 \times CA) + (0,045 \times FA) + (0,18 \times FF) + K$$

Dimana: CA = Coarse Agregat (Agregat Kasar)

FA = Fine Agregat (Agregat Halus)

FF = Filler (Bahan Pengisi)

K = 1 untuk Laston

$$Pb = (0,035 \times 60,38) + (0,045 \times 30,70) + (0,18 \times 7,70) + 1$$

$$= 5,88 = 6\%$$

Hasil dari pengujian ini akan digunakan pada variasi penambahan serbuk limbah plastik sebagai kadar aspal optimum rencana. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 2**

Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall

Karakteristik Marshall	Syarat	Kadar Aspal (%)				
		5	5,5	6	6,5	7
Stabilitas	>800 Kg	1142	1158	1207	1230	1263
Flow	2,0 - 4,0	2.95	2.95	3.2	3.15	3.25
VMA	>15%	20.24	19.42	19.24	19.33	19.56
VFA	>65%	59.11	68.27	75.19	80.94	85.95
VIM	3,0% - 5,0%	7.42	5.49	4.58	3.56	2.61
MQ		387	392	377	391	389

Sumber: Hasil Pengujian

Dari tabel diatas didapatkan kadar aspal optimum sebesar 6,1

Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Penambahan Serbuk Limbah Plastik untuk Kadar Aspal Optimum 6,1

Indikator	Syarat	Kadar Aspal (%)	Variasi Serbuk Limbah Plastik				Satuan
			1%	3%	5%	7%	
Berat Jenis Campuran		6.1	2.482	2.487	2.492	2.497	gr/m ³
Stabilitas	Min. 800	6.1	1639	1203	1262	1345	Kg
Kelelahan (<i>Flow</i>)	2.0 – 4.0	6.1	3.20	3.25	3.45	3.60	Mm
Marshall Quotient		6.1	512	370	366	374	Kg/mm
VMA	Min. 15	6.1	20.70	20.45	19.57	18.83	%
VIM	3.0 – 5.0	6.1	7.24	7.13	6.29	5.61	%
VFA	Min. 65	6.1	65.05	65.13	67.87	70.18	%

Sumber: Hasil Pengujian

Hasil pengujian *Volumetrik* dan parameter *Marshall* menunjukkan bahwa nilai *stabilitas* pada perendaman selama 30 menit untuk setiap variasi benda uji memenuhi persyaratan Bina Marga (2018), melebihi batas minimal 800 kg. Berdasarkan **Tabel 3** nilai parameter *Marshall* dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) 6.1 % pada variasi serbuk limbah plastik 1%, 3%, 5%, dan 7%.

Nilai Berat Jenis Campuran (*Density*), VMA, VFA, *Stabilitas*, *Flow* dan MQ memenuhi syarat spesifikasi, tetapi pada nilai *Void in Mix* tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Pada nilai VIM cenderung menurun ketika ditambahkan serbuk limbah plastik dikarenakan serbuk limbah plastik yang digunakan sudah terpisah antara minyak dan gas. Untuk indikator lainnya cenderung stabil pada setiap variasi. Dari hasil pengujian *Marshall* diatas untuk kadar aspal optimum dengan variasi penambahan serbuk limbah plastik tidak dapat dicari nilainya dikarenakan ada salah satu karakteristik *Marshall* yang tidak memenuhi syarat spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi I.

5. KESIMPULAN

1. Dalam pengujian mengenai penambahan serbuk limbah plastik pada campuran lapis AC-WC untuk mengetahui nilai Karakteristik Marshall diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :
 - a. Nilai stabilitas terbesar berada pada penambahan 1% serbuk limbah plastik, sedangkan nilai terendah terdapat pada penambahan 3% serbuk limbah plastik. Pada variasi penambahan serbuk limbah plastik terjadi variasi nilai stabilitas *Marshall*, karena semakin padat campuran maka campuran yang dihasilkan semakin stabil dan berpengaruh pada nilai stabilitas *Marshall*.
 - b. Seiring bertambahnya jumlah penambahan serbuk limbah plastik semakin meningkat nilai flow yang dihasilkan.
 - c. Nilai Marshall Quotient maksimum terdapat pada penambahan serbuk limbah plastik 1% sebesar 512 kg/mm dan nilai minimum pada penambahan 5% sebesar 366 kg/mm. Hal ini dipengaruhi oleh nilai *Marshall Quotient* yang merupakan hasil bagi dari nilai stabilitas dan nilai *flow*.
 - d. Nilai VMA maksimum adalah 20,70% pada penambahan serbuk limbah plastik 1%, sedangkan nilai minimum berada pada penambahan 7% sebesar 18.83 %. Karena semakin tinggi jumlah penambahan serbuk limbah plastik maka rongga dalam agregat semakin sedikit, akibat terlalu padat.
 - e. Nilai VIM tertinggi terdapat pada penambahan 1 % serbuk limbah plastik sebesar 7,24%, nilai minimum berada pada penambahan 7% serbuk limbah plastik sebesar 5,61 %. Hal ini diperkirakan terjadi karena jumlah penambahan serbuk limbah plastik yang terlalu sedikit mengakibatkan lebih banyak rongga dalam campuran. Nilai VIM yang lebih tinggi dapat menyebabkan keretakan apabila mendapatkan beban karena terlalu banyak ruang kosong dalam campuran.
 - f. Nilai VFA tertinggi terdapat pada penambahan serbuk limbah plastik 7% sebesar 70,18 %, sedangkan nilai minimum terdapat penambahan serbuk limbah plastik 1% sebesar 65,05%. Nilai VFA dapat dipengaruhi oleh jumlah penambahan serbuk limbah plastik, dimana dengan

meningkatnya jumlah penambahan serbuk limbah plastik maka nilai VFA akan meningkat. Jumlah penambahan serbuk limbah plastik yang terlalu banyak dapat meminimalisir rongga udara menyebabkab aspal yang mengisi campuran semakin besar.

2. Dapat disimpulkan bahwa hasil dari Analisa pada penambahan serbuk limbah plastik 1%, 3%, 5%, dan 7% tidak memenuhi salah satu karakteristik *Marshall* yaitu nilai VIM sehingga untuk kadar aspal optimumnya tidak dapat dicari.

6. SARAN

1. Penelitian yang dilaksanakan adalah eksperimen di laboratorium, sehingga membutuhkan ketelitian pembacaan data–data dan dalam pengukuran bahan–bahan yang dihasilkan, serta dalam menimbang bahan dan material yang digunakan, dan pembacaan alat sehingga dapat menghasilkan data yang baik dan benar.
2. Diharapkan mampu memahami proses pembuatan campuran aspal yang ditetapkan oleh spesifikasi umum Bina Marga 2018 untuk meminimalkan kesalahan dalam pembuatan benda uji dan pengujian Marshall.
3. Apabila serbuk limbah plastik tidak dapat menjadi bahan tambahan pada campuran aspal, untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menggunakan campuran perkerasan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Devani, N., & Handayasari, I. (2020). *Pengaruh Penggunaan Plastik Kresek Pada Campuran Laston AC-WC Terhadap Karakteristik Marshall* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- Diajukan U, Mendapatkan G, Sarjana T, Sipil. *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Pada Perkerasan Jalan Ac-Wc Terhadap Nilai Marshall*. Accessed July 14, 2022.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018. Spesifikasi Umum Revisi 1. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Industrialisasi Untuk Zero Waste, Kini NTB Mampu Mengelola Sampah Plastik Jadi Solar. Ntbprov.go.id. Published 2021. Accessed July 14, 2022.
- Lalu, S. F. R. (2021). *Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Gunung Rinjani Sebagai Pengganti Filler Untuk Campuran Laston (AC-WC) Dalam Karakteristik Uji Marshall (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Mataram)*.
- MERDIANA, K. (2021). *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Polypropylene (PP) terhadap Ketahanan Ravelling* (Doctoral dissertation, Universitas Jenderal Soedirman).
- Nuridha, Rizza Elia (2020) TA: *Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Aashto 1993*. Skripsi thesis, Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Ramadhanti, F. (2020). Analisis Potensi Pengelolaan Sampah Berkelanjutan Berbasis Masyarakat DI Desa Saribaye Nusa Tenggara Barat. *Ecotrophic*, 14(1), 37-48.
- Sampah Plastik : Jenis dan Cara Mengurangi Dampaknya Bagi Lingkungan. Daihatsu.co.id. Published 2020. Accessed July 14, 2022. <https://daihatsu.co.id/tips-and-event/tips-sahabat/detail-content/sampah-plastik-jenis-dan-cara-mengurangi-dampaknya-bagi-lingkungan/>
- Susilowati, A., Wiyono, E., & Pratikto, P. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal Campuran Panas. *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 7(2, Oktober), 15-23.
- Wijayanti, A., & Radam, I. F. *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC*.