

PENGARUH LIMBAH KANTONG PLASTIK SEBAGAI ADDITIVE PADA CAMPURAN HRS-BASE TERHADAP PROPERTIES MARSHALL, DURABILITAS, DAN WORKABILITAS

Mimma Mauritsa ¹Adani¹, Agus Riyanto², Sri Sunarjono³, Senja Rum Harnaeni,⁴

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: mimmaadani@gmail.com¹

Abstrak

Plastik adalah limbah yang sulit terurai oleh tanah. Permasalahan terjadi ketika masih banyak masyarakat yang menggunakan kantong plastik, tetapi tidak ada penanganan khusus terhadap limbah plastik. Upaya yang dilakukan adalah penggunaan plastik sebagai alternatif bahan tambah aspal, sehingga aspal dapat menekan pengaruh buruk terhadap rendaman air payau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kantong plastik (LDPE) terhadap Properties Marshall, Durabilitas, dan Workabilitas pada campuran beton aspal. Dalam penelitian ini menggunakan KAO 6,65% dari penelitian sebelumnya. Kadar plastik yang ditambahkan untuk memperoleh KPO pengujian Marshall adalah 0%, 2%, 5%, dan 9% terhadap KAO. Variasi lama rendaman pada pengujian durabilitas adalah 24 jam, 72 jam, 168 jam dan 336 jam dengan kadar kepayauan 0%, 40%, 80% dan 100%. Pengujian menggunakan Marshall test dan untuk workabilitas dengan membandingkan campuran menggunakan plastik ataupun tidak menggunakan plastik melalui 1x5 pukulan dan 2x75 pukulan, sehingga memperoleh nilai kepadatan. Hasil penelitian diperoleh nilai KPO pada pengujian Marshall sebesar 4,5% terhadap KAO. Bertambahnya additive sesuai KPO 4,5% pada durabilitas campuran HRS-Base dengan hasil keawetan campuran masih kurang memuaskan, sehingga penurunan terjadi seiring bertambahnya kadar kepayauan. Benda uji paling lama durable hingga 89 jam yaitu pada kadar kepayauan 0%. Selain itu, hasil yang didapat dalam penambahan additive pada campuran HRS-Base cenderung meningkatkan nilai workabilitas.

Kata kunci: HRS-base; Plastik; Marshall; Durabilitas; Workabilitas

Pendahuluan

Fakta Indonesia tersusun dari beberapa pulau yang dikelilingi banyak lautan adalah pemicu permasalahan yang sangat mengawatirkan salah satunya intrusi air laut yang masuk kedalam tanah (Setyawan, 2018) yang mencemari air tanah (Herdyansah dkk, 2017), sehingga menyebabkan kerusakan jalan yang tidak sesuai umur rencana (Diansari, 2016) (Pratama, 2017). Kondisi ini dapat diperparah, apabila jalan terendam dalam waktu lebih dari 24 jam dan dibebani oleh beban kendaraan melebihi batas yang ditentukan (Djalante, 2011), selain itu perubahan cuaca dan suhu juga berpengaruh pada keawetan jalan (Subagio, 2015). Upaya meminimalisir dampak rendaman air payau terhadap infrastruktur jalan adalah mencari alternatif bahan tambah yang ketersediaannya melimpah dan memiliki dampak positif terhadap lingkungan untuk meningkatkan kualitas bahan yang digunakan dalam pembuatan jalan (Suhardi dkk, 2016) (Rahmawati, 2015)(Alkawaaz & Qasim, 2016). Bahan yang sekiranya cocok untuk bahan tambah campuran HRS-Base adalah limbah kantong plastik. Dengan sifat limbah kantong plastik yang sulit terurai dengan tanah yang mengakibatkan penumpukan sampah plastik, maka perlu penanganan khusus untuk mengolah limbah kantong plastik tersebut (Safitri, 2018). Sehingga limbah kantong plastik dapat digunakan sebagai *additive* pada campuran HRS-Base. Menurut Bina Marga 2010, campuran HRS-Base adalah HRS lapis pondasi yang bersifat struktural dan memiliki agregat gradasi senjang.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk membantu masyarakat mendaur ulang limbah plastik, dampak yang ditimbulkan terhadap terendahnya air payau dapat dicari solusinya, membandingkan kemudahan pelaksanaan (*workability*) berdasarkan faktor kepadatan campuran menggunakan bahan tambah plastik ataupun campuran yang tidak menggunakan bahan tambah plastik, serta untuk menganalisis *Properties Marshall* untuk memperoleh KPO, dan menganalisis pengaruh rendaman terhadap durabilitas, workabilitas, dan *properties Marshall*.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dilaboratorium dengan metode eksperimen (Bina Marga, 2007) yang terdiri dari 4 tahap yang pertama adalah, mempersiapkan alat dan bahan seperti agregat dan aspal sehingga menghasilkan kadar aspal optimum (KAO) yang diperoleh dari penelitian (Wulandari, 2018), dengan menggunakan *Marshall test*. Untuk pengujian aspal modifikasi, menggunakan pengujian penetrasi dan titik lembek dengan penambahan variasi *additive* 0%, 2%, 5%, dan 9%.

Setelah memperoleh KAO, pembuatan benda uji untuk *Properties Marshall* (Sukirman, 1999) masing-masing 3 sampel untuk setiap variasinya. kadar yang digunakan adalah 0%, 2%, 5%, dan 9% terhadap KAO sehingga menghasilkan kadar plastik optimum (KPO).

Tahap yang ketiga adalah, pembuatan sampel durabilitas berdasarkan nilai KPO yang telah diperoleh dan direndam dengan kadar kepayauan 0%, 40%, 80%, dan 100% dengan lama rendaman 0hari, 3hari, 7hari, dan 14hari. Jumlah sampel durabilitas untuk setiap variasinya adalah 3sampel. Untuk parameter yang digunakan adalah IKS, IDP, dan IDK (Craus dkk, 1981).

Sedangkan untuk tahap yang keempat adalah mencari nilai workabilitas dengan menggunakan variasi *additive* dan tidak menggunakan *additive* sebanyak 3 sampel masing-masing variasi, yang ditumbuk sebanyak 5x tumbukan dan 2x75 tumbukan, dengan cara melakukan penimbahan keadaan kering udara dan penimbangan dalam air.

Hasil dan Pembahasan

Pemeriksaan Bahan

Pada pengujian kualitas material dalam campuran maka diperoleh hasil pemeriksaan agregat dan aspal.

1. Pemeriksaan Agregat

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil pemeriksaan agregat, dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kualitas Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat	Satuan
1	Berat jenis agregat kasar			
	a. Berat jenis bulk	2,570	-	-
	b. Berat jenis SSD	2,630	-	-
	c. Berat jenis semu	2,47	-	-
2	Berat jenis agregat halus			
	a. Berat jenis bulk	2,629	-	-
	b. Berat jenis SSD	2,688	-	-
	c. Berat jenis semu	2,764	-	-
3	Penyerapan kasar	2,300	≤ 3	%
4	Penyerapan halus	2,249	≤ 3	%
5	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (500) putaran	22,20	≤ 40	%
6	Kelekatan agregat terhadap aspal	100	≥ 95	%
7	<i>Sand Equivalent</i>	88,45	≥ 60	%

2. Pemeriksaan Aspal

Hasil pemeriksaan mutu aspal dengan penetrasi 60/70 produksi PT Pertamina dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeeriksaan Kualitas Mutu Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Metode	Spec.	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	68,4	Memenuhi
2	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	54	Memenuhi
3	Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	318	Memenuhi
4	Berat Jenis (gr)	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	1,05	Memenuhi
5	Daktalitas, 25°C, cm	SNI 2432:2011	≥ 100	> 100	Memenuhi

Untuk menunjang hasil pemeriksaan mutu aspal, peneliti menambahkan hasil pemeriksaan aspal modifikasi pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kualitas Mutu Aspal Modifikasi

No	Kadar Plastik	Penetrasi pada 25°C (0,1mm) Spec 60-70	Titik lembek (°C) Spec ≥ 48	Keterangan
1	0%	68,4	54	Penetrasi dan Titik Lembek Memenuhi
2	2%	64,7	54,5	Penetrasi dan Titik Lembek Memenuhi
3	5%	61,4	55,25	Penetrasi dan Titik Lembek Memenuhi
4	9%	56,4	57	Penetrasi Tidak Memenuhi

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3)

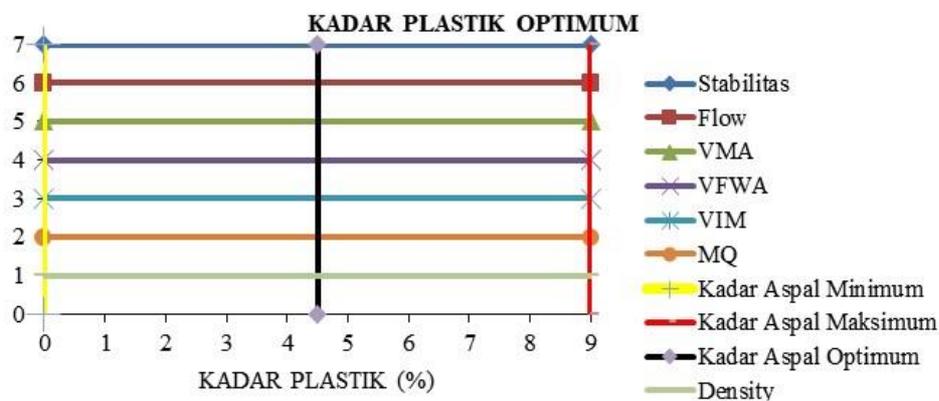
Penentuan kadar plastik optimum dengan menggunakan pengujian *Marshall*

Dalam pengujian *Marshall* dengan penambahan *additive* 0%, 2%, 5%, dan 9% maka diperoleh nilai karakteristik *Marshall* yang terdapat pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Analisis Karakteristik *Marshall*

Kadar Plastik	Stabilitas	Flow	VMA	VFWA	VIM	MQ	DENSITY
%	kg	mm	%	%	%	kg/mm	g/cc
0	1652,48	5,17	18,06	74,94	4,92	321,51	2,34
2	1675,53	5,19	18,10	74,60	4,97	321,50	2,34
5	1687,68	5,21	18,16	74,29	5,03	324,99	2,34
9	1699,75	5,44	18,31	73,79	5,21	318,26	2,33
Spec	>800	>3	>18	>68	4-6	>250	>2

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3)



Grafik 1. Kadar Plastik optimum

$$KPO = \frac{\text{kadar plastik minimum} + \text{kadar plastik maksimum}}{2} \tag{1}$$

$$KPO = \frac{0\% + 9\%}{2} = 4,5\%$$

Analisis variasi penambahan *additive* terhadap durabilitas

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan variasi campuran kantong plastik dan kepayauan air rendaman, didapatkan nilai IKS, IDP, dan IDK terdapat pada Tabel 5 sampai dengan Tabel 8.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil IKS, IDP, dan IDK Kadar Kepayauan Air 0%

No.	Durasi Rendaman (Jam)	Nilai IKS (%)	Nilai IDP			Nilai IDK		
			r (%)	R (Kg)	Sa (%)	SA (Kg)	a (%)	A (Kg)
1	24	100	0	0	100	1715,82	-	-
2	72	90,78	0,192	2,991	91,77	1574,63	8,23	141,19
3	168	82,82	0,275	4,283	84,95	1598,73	6,82	117,09
4	336	79,80	0,293	4,563	83,76	1437,17	1,19	20,37

(Sumber: Hasil Penelitian)

Tabel 6. Rekapitulasi hasil IKS, IDP, dan IDK kadar kepayauan air 40%

No.	Durasi Rendaman (Jam)	Nilai IKS (%)	Nilai IDP			Nilai IDK		
			r (%)	R (Kg)	Sa (%)	SA (Kg)	a (%)	A (Kg)
1	24	100	0	0	100	1678,01	0	0
2	72	89,26	0,224	3,350	90,41	1337,00	9,59	160,85
3	168	79,93	0,321	4,806	82,42	1202,79	8,00	134,21
4	336	76,49	0,341	5,113	81,06	1180,09	1,35	22,70

(Sumber: Hasil Penelitian)

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil IKS, IDP, dan IDK Kadar Kepayauan Air 80%

No.	Durasi Rendaman (Jam)	Nilai IKS (%)	Nilai IDP			Nilai IDK		
			r (%)	R (Kg)	Sa (%)	SA (Kg)	a (%)	A (Kg)
1	24	100	0	0	100	1433,27	-	-
2	72	85,97	0,292	3,601	87,47	1052,68	12,53	179,52
3	168	75,42	0,402	4,956	78,43	923,05	9,04	129,64
4	336	71,38	0,426	5,252	76,84	900,29	1,59	22,75

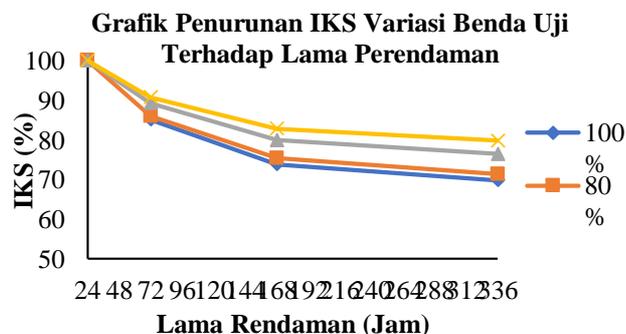
(Sumber: Hasil Penelitian)

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil IKS, IDP, dan IDK Kadar Kepayauan Air 100%

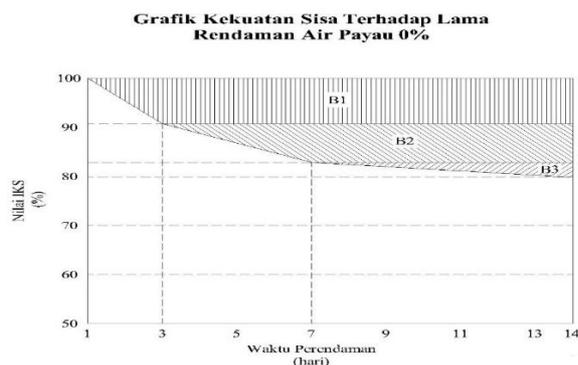
No.	Durasi Rendaman (Jam)	Nilai IKS (%)	Nilai IDP			Nilai IDK		
			r (%)	R (Kg)	Sa (%)	SA (Kg)	a (%)	A (Kg)
1	24	100	0	0	100	1404,54	0	0
2	72	85,09	0,311	3,71	86,69	1008,13	13,31	186,99
3	168	73,86	0,428	5,11	77,07	872,99	9,62	135,13
4	336	69,80	0,452	5,40	75,47	850,55	1,60	22,44

(Sumber: Hasil Penelitian)

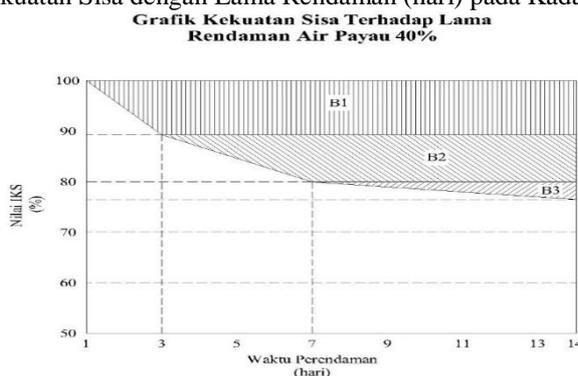
Berdasarkan rekapitulasi IKS, IDP, IDK, nilai IKS yang semakin besar menunjukkan campuran aspal semakin *durable* (awet) dan sebaliknya semakin kecil nilai IKS maka campuran dinyatakan tidak *durable*. Grafik penurunan IKS seiring bertambahnya kadar kepayauan dapat dilihat pada Grafik 2. Sampai dengan Grafik 6.



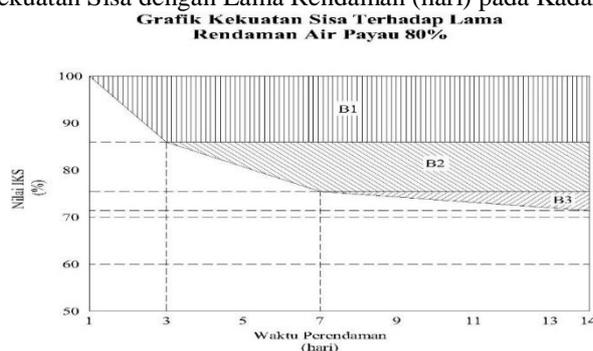
Grafik 2. Hubungan Antara IKS Dan Lama Perendaman Dengan Kepayauan Air



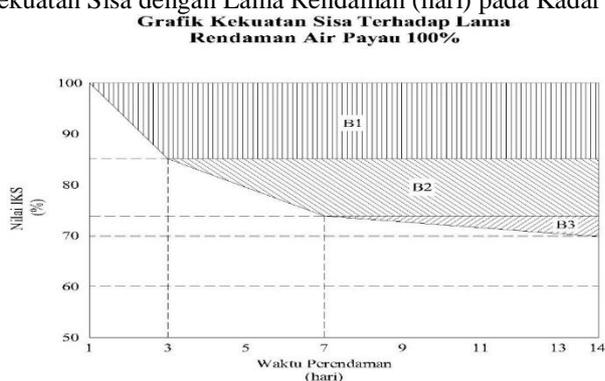
Grafik 3. Indeks Kekuatan Sisa dengan Lama Rendaman (hari) pada Kadar Kepekayauan Air 0%



Grafik 4. Indeks Kekuatan Sisa dengan Lama Rendaman (hari) pada Kadar Kepekayauan Air 40%



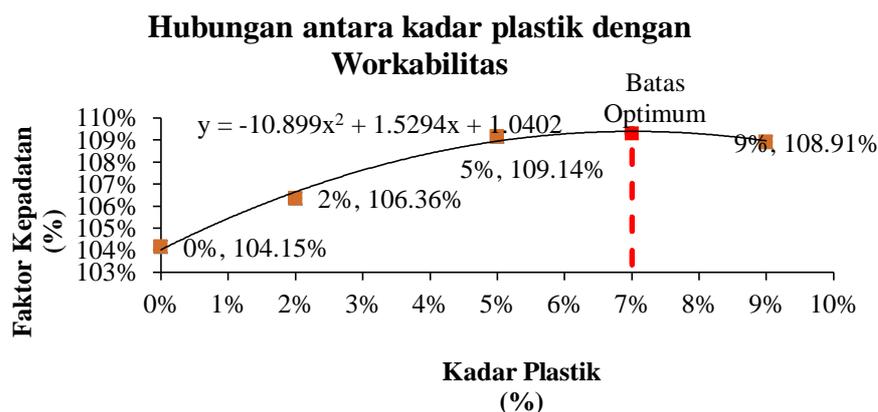
Grafik 5. Indeks Kekuatan Sisa dengan Lama Rendaman (hari) pada Kadar Kepekayauan Air 80%



Grafik 6. Indeks Kekuatan Sisa dengan Lama Rendaman (hari) pada Kadar Kepekayauan Air 100%

Dari hasil analisis parameter durabilitas yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai durabilitas kritis yang ditinjau dari nilai IKS pada kadar kepekayauan 100% benda uji *durable* hingga 56 jam. Analisis variasi penambahan *additive* terhadap workabilitas

Workabilitas adalah salah satu cara menentukan kemudahan dalam suatu pekerjaan (Crabrera, 1987) (Diab and You, 2018). Hasil penelitian nilai workabilitas diketahui dari pengukuran berat benda uji yang ditinjau dari berat SSD dan berat dalam air dengan 1x5 tumbukan dan 2x75 tumbukan, dapat dilihat pada Grafik 7.



Grafik 7. Hubungan Antara Kadar Plastik (%) dengan Workabilitas (%)

Berdasarkan Grafik 7 dapat disimpulkan bahwa *workability* dengan parameter faktor kepadatan dalam campuran *HRS-Base* jika dilihat dari rata-rata sampel cenderung meningkat sampai batas optimum 7% dengan nilai 109,38%, dan mengalami penurunan pada saat penambahan kadar plastik 9% dengan nilai 108,91%.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan mengenai pemanfaatan limbah kantong plastik yang digunakan pada campuran *HRS-Base* dan juga dampak dari air payau yang digunakan untuk merendam benda uji diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Variasi penambahan *additive* pada campuran *HRS-Base* akan berpengaruh terhadap *Properties Marshall* seperti meningkatnya nilai stabilitas, *flow*, *VMA*, *VIM*, akan tetapi mengakibatkan penurunan pada nilai *VFWA*, *MQ*, dan densitas.
2. Berdasarkan penambahan *additive* pada campuran *HRS-Base* Sehingga didapatkan KPO sebesar 4,5% terhadap KAO.
3. Bertambahnya *additive* sesuai KPO 4,5% pada durabilitas campuran *HRS-Base* dengan hasil keawetan campuran masih kurang memuaskan, sehingga penurunan terjadi seiring bertambahnya kadar kepayauan. Pada kadar kepayauan 0 % benda uji *durable* hingga 89 jam, pada kadar kepayauan 40% benda uji *durable* hingga 71 jam, pada kadar kepayauan 80% benda uji *durable* hingga 58jam, dan pada saat kadar kepayauan 100% benda uji *durable* hingga 56 jam.
4. Seiring bertambahnya kadar *additive* pada sampel workabilitas menyebabkan nilai workabilitas cenderung meningkat sampai batas optimum 7% dengan nilai 109,38%, yang berarti campuran semakin *workable*.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai *Additive* Pada Campuran *HRS-Base* Terhadap *Properties Marshall Durabilitas Dan Workabilitas*”. Tentunya, skripsi ini dapat diselesaikan bukan hanya dari doa dan usaha penulis saja, namun semua pihak yang telah membantu terutama kepada kedua orang tua saya Drs. Munarjito M.Pd.I dan Atik Indiasuti BA yang telah memberikan doa, dorongan berupa materil dan moril. Tidak lupa kedua kakak saya Nadia dan Nindia yang selalu mensupport saya sampai detik ini, Sahrul A.N yang selalu memberikan dorongan sehingga saya sampai pada tahap ini, terimakasih. Pak Ir Agus Riyanto SR. MT, Pak Ir. Sri Sunarjono .M.T., Ph.D.IPM., Bu Senja Rum Harnaeni S.T.,M.T. dan dosen lainnya yang telah membimbing saya selama di UMS terimakasih. Terakhir untuk teman-teman seperjuangan Surya, Bagas, Natasya dan semuanya yang tidak bisa saya sebut satu persatu terimakasih untuk semangatnya semoga kita semua sukses dan selalu diberi kebahagiaan amin.

Daftar Pustaka

- Alkawaaz, N.G.A. Qasim, HA. 2016, “*Experimentally Evaluation Of Durability Characteristics For Reclaimed Local Asphalt Pavements Mixtures*”, Imperial Journal Of Interdisciplinary Research, Mustansiriyah University, Iraq.
- Bina Marga. 1991. SNI-06-2456. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2007. *Pemeriksaan Peralatan Unit Pencampur Aspal Panas (Asphalt Mixing Plant)*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2011. SNI-06-2432. *Metode Pengujian Daktilitas Aspal*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

- Bina Marga. 2011. SNI-06-2433. *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal Dengan Alat Cleveland Open Cup*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2011. SNI-06-2434. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Bina Marga. 2011. SNI-06-2441. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Keras*. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Cabrera, J.G. 1987, “*Workability Of Bituminous*”, *Seminar In Transport Studies Group*, Departement of Civil Engenering, University of leeds, Inggris.
- Crause, J. Ishai, I., Sides, A, 1981. “*Durability of Bituminous Paving Mixtures As Related To Filler Type And Properties*”. *Proceedings associations of asphalt Paving Tecnology*, Vol.50, San Diego, California.
- Diansari, S. 2016. “Aspal Modifikasi dengan Penambahan Plastik Low Linear Density Poly Ethylene (LLDPE) Ditinjau dari Karakteristik Marshall dan Uji Penetrasi pada Lapisan Aspal Beton (AC – BC)”. Tugas Akhir, Lampung: Universitas Lampung
- Diab, A and You, Z. 2018, “*A Bitumen-Based Prototype To Predict The Workability of Asphalt Concreate Mixtures*”, Int. Conf. Aswan University, Mesir.
- Direktorat Jendral Bina Marga 2010. “*Spesifikasi Umum Bidang Jalan Dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Jalan Beraspal*”, Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan Badan Penelitian Dan Pengembangan, Bandung.
- Djalante, S. 2011. “Pengaruh Ketahanan Beton Aspal (AC-BC) yang Menggunakan Asbuton Butir Tipe 5/20 Terhadap Air Laut Ditinjau dari karakteristik Mekanis dan Durabilitasnya”, *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Transportasi* Vol 1, No 1, Palu.
- Herdyansah, A. dan Rahmawati, D. 2017. “*Dampak Intrusi Air Laut pada Kawasan Pesisir Surabaya Timur*”, *Jurnal Teknik ITS*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Pratama, B. A. 2017. “Perbandingan Kinerja Campuran Hot Rolled Asphalt (Hra) Dengan Bahan Ikat Aspal Pen 60/70 Dan Aspal Retona Blend 55 Dengan Variasi Durasi Rendaman Air Laut (Comparison Hot Rolled Asphalt Performance Using Asphalt Pen 60/70 And Retona Blend 55 With Sea Water Duration)”. Tugas Akhir, Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil Dan Perancangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia.
- Rahmawati, A. 2015, “*Pengaruh Penggunaan Plastik Polyethylene (Pe) Dan High Density Polyethylene (Hdpe) Pada Campuran Lataston-Wc Terhadap Karakteristik Marshall*”, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*. Yogyakarta.
- Riyanto, A. 1996. *Diktat Jalan Raya III*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Safitri, F. I. 2018, “Pengaruh Penggunaan Limbah Botol Plastik sebagai *Additive* pada Campuran *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)* terhadap Durabilitas dan Workabilitas”. Tugas Akhir, Surakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Setyawan, W. 2013, “*Analisis Penggunaan Pasir Pantai Parangtritis Sebagai Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*”. Tugas Akhir, Surakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Subagio, B. S. 2015. “*Development of Asphalt Pavement Temperature Model Climate Condition for Bali Region Indonesia*”, *Journal Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Bali.
- Suhardi, P. P, dan Hadi. A. 2016. “*Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik*”, *Jurnal JRSDD* Vol 4, No 2, Bandar Lampung.
- Sukirman, S, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova; Bandung
- Wulandari, Y, 2018, “*Studi Komparasi Pemanfaatan Batu pecah tangan dan Stone Crusher terhadap Sifat Marshall dan Workability pada Campuran HRS-Base*”. Tugas Akhir. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.