

PENGARUH ORDER PENCAMPURAN TERHADAP PROPERTIS DAN DURABILITAS CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN *PORTLAND CEMENT*

Sri Sunarjono, Wildan Faza Cendikia

Pusat Studi Transportasi, Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
Jl. A. Yani Pabelan Tromol Pos 1 Surakarta
Email: Sri.Sunarjono@ums.ac.id

Abstrak

Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) adalah campuran beraspal bergradasi rapat yang digunakan untuk lapis aus, yaitu lapis perkerasan jalan paling atas yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan dan udara. Oleh karenanya campuran AC-WC harus memiliki nilai stabilitas dan durabilitas yang baik. Bahan Portland cement (PC) sering digunakan untuk meningkatkan kinerja campuran beraspal baik stabilitas ataupun durabilitasnya. Problem yang dihadapi adalah bahwa cara kerja PC dalam meningkatkan campuran belum diketahui sepenuhnya. Penelitian ini ditujukan untuk memecahkan problem tersebut. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan uji laboratorium. Campuran AC-WC menggunakan bahan PC diaduk dengan dua cara yaitu pencampuran kering (PK) dan basah (PB). Kemudian benda uji kedua campuran tersebut diuji Marshall dan durabilitas. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa order pencampuran berpengaruh terhadap kinerja campuran. Sistem pencampuran basah (PB) memiliki nilai stabilitas, ketahanan terhadap deformasi, kekakuan, dan durabilitas yang lebih baik bila dibanding dengan sistem pencampuran kering (PK). Pada campuran PB, bahan PC berikatan dengan aspal, menjadikan aspal lebih keras, sehingga kinerja campuran meningkat. Karena PC diikat oleh aspal maka workabilitas campuran tidak terganggu sehingga menghasilkan campuran lebih padat, rongga udara kecil, rongga antar butir agregat bertambah yang diisi oleh aspal, sehingga durabilitas campuran meningkat.

Kata kunci: *Asphalt concrete, order pencampuran, Portland cement, stabilitas, durabilitas*

PENDAHULUAN

Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) adalah jenis campuran panas menggunakan agregat bergradasi rapat untuk lapis aus. WC ini adalah lapis non struktural, namun harus memiliki kekuatan dan durabilitas yang tinggi, karena lapisan ini menerima tegangan beban tertinggi dan lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban, hujan, dan udara terbuka. Dalam rangka meningkatkan kekuatan dan durabilitas, campuran AC-WC sering menggunakan *Portland cement* (PC).

Menurut Sitanggang (2014) dan Riyanto & Wahyono (2015) bahan PC memberikan pengaruh terhadap perbaikan kinerja propertis campuran beraspal. Sedangkan Sanusi (2011) dan Putrowijoyo (2006) melaporkan bahwa bahan PC juga dapat meningkatkan durabilitas campuran beraspal. Lee (1964, 1969) bahkan sejak awal telah meneropong pengaruh PC terhadap propertis dan durabilitas campuran beraspal.

Pertanyaannya adalah bagaimana bahan PC dapat meningkatkan kinerja propertis dan durabilitas campuran beraspal? Dalam rangka menjawab pertanyaan tersebutlah dilakukan beberapa penelitian diantaranya mempelajari pengaruh order pencampuran. Penelitian pengaruh order pencampuran sesungguhnya diharapkan dapat mengetahui apakah bahan PC lebih bekerja sebagai filler atau sebagai bahan aditif komponen aspal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh order pencampuran terhadap propertis Marshall dan durabilitas campuran AC-WC menggunakan bahan PC. Hasil penelitian ini digunakan untuk membuka tabir bagaimana bahan PC bekerja meningkatkan kinerja campuran beraspal.

Di Indonesia propertis campuran beraspal sering menggunakan hasil uji Marshall, yaitu propertis stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Nilai stabilitas menjadi indikator kemampuan campuran memikul beban, sedangkan nilai *flow* menunjukkan ketahanan terhadap deformasi. Bila nilai *flow* rendah maka ketahanan lebih baik. Sedangkan nilai MQ menunjukkan nilai kekakuan campuran, bila nilai MQ semakin tinggi maka campuran semakin kaku. Selain itu propertis kepadatan campuran juga sering digunakan untuk melihat kekuatan campuran. Propertis volumetrik campuran yang terdiri dari VMA (*Void in Mineral Aggregate*), VIM (*Void in Mix*), dan VFWA (*Void*

Filled With Asphalt). Detail penjelasan propertis campuran beraspal dapat dilihat di Hamedi & Moghadas (2016) dan Muammar dkk (2018).

Durabilitas campuran beraspal sering diuji berdasarkan ketahanannya terhadap air dan suhu. Durabilitas campuran sangat dipengaruhi oleh kualitas aspal, agregat, dan propertis campuran. Hadirnya air dalam campuran beraspal menjadi penyebab hilangnya kekuatan kohesi dan kekakuan aspal, serta rusaknya ikatan antara aspal dan agregat (Scholz & Brown, 1996). Demikian juga adanya perubahan suhu akan menjadi penyebab penurunan kualitas aspal sehingga berpengaruh terhadap kekuatan ikatnya (Yamin dan Herman, 2005). Berdasarkan spesifikasi umum Bina Marga 2010 versi 3 uji keawetan campuran dilakukan dengan uji stabilitas Marshall terhadap benda uji yang direndam selama 24 jam dalam air bersuhu 60°C.

Keawetan/durabilitas (*durability*) merupakan suatu penilaian ketahanan suatu jalan dalam menerima beban lalu lintas kendaraan melalui gesekan roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan dari dampak cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur (Sukirman, 2003). Menurut Craus dkk (1981) keawetan adalah kemampuan campuran beraspal untuk terus menerus melawan pengaruh air dan suhu. Menurut Ullitdz (1987) dan Yamin & Herman (2005) kelembaban udara lebih cenderung mempengaruhi kinerja tanah dasar dan lapis pondasi, sedangkan temperatur lebih mempengaruhi kinerja lapisan campuran beraspal.

Metode pencampuran bahan tambah kedalam campuran ada dua, yaitu pencampuran kering (PK) dan pencampuran basah (PB). PK adalah bila bahan tambah diaduk ke agregat terlebih dahulu kemudian hasil blendingnya diaduk dengan aspal. Sedangkan PB adalah bahan tambah diaduk dengan aspal terlebih dahulu kemudian hasil mastik aspalnya diaduk dengan agregat. Penjelasan dan pengalaman metode pencampuran dapat dilihat pada Zoorob & Suparna (2000), Suroso (2004), dan Suroso (2009).

METODE PENELITIAN

Dalam rangka mencapai target tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh order pencampuran terhadap propertis dan durabilitas campuran AC-WC menggunakan bahan *Portland cement* (PC), maka dilakukan pendekatan pengujian laboratorium.

Setelah dilakukan *mix design* campuran diantaranya untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO), kemudian dibuat campuran AC-WC dengan dicampur PC #200 dan #400. Pencampuran dilakukan dengan dua system yaitu pencampuran kering (PK) dan pencampuran basah (PB). PK adalah system pencampuran dimana PC dicampur agregat terlebih dahulu, dan kemudian keduanya dicampur dengan aspal. PB adalah sistem pencampuran dimana PC dicampur dengan aspal terlebih dahulu membentuk mastik aspal, dan kemudian mastik aspal dicampur dengan agregat. Kedua jenis pencampuran tersebut adalah secara pencampuran panas (*hot mix*).

Benda uji dengan pencampuran PK dan PB kemudian diuji *Marshall* dan durabilitas. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dan dianalisis. Disamping pengujian terhadap campuran juga dilakukan pengujian terhadap mastik aspal (campuran aspal dan PC), dan blending agregat dan PC. Pengaruh order pencampuran kemudian dianalisis berdasarkan hasil pengujian.

Tabel 1. Propertis Agregat (Sugiarso, 2019)

No	Propertis	Agregat Kasar	Syarat	Agregat Halus	Syarat
1	Penyerapan air, %	2,56	≤ 3	4,38	≤ 3%
2	Berat jenis <i>bulk</i>	2,32	-	2,28	-
3	Berat jenis SSD	2,38	-	2,38	-
4	Berat jenis semu	2,47	-	2,54	-
5	Keausan agregat kasar, %	29,14	≤ 40	-	-
6	Pelapukan agregat (<i>Soundness</i>), %	11	≤ 12	-	-
7	Nilai setara pasir (<i>Sand Equivalent</i>)	-	-	71.74	≥ 60

PRESENTASI DATA DAN PEMBAHASAN

Presentasi Data

Data hasil penelitian terdiri atas data primer dan sekunder. Data propertis bahan penelitian yaitu agregat (Tabel 1), aspal (Tabel 2), *Portland cement* (PC) sebagian (Tabel 3), dan kadar aspal optimum merupakan data sekunder (Tabel 4). Sedangkan data propertis PC sebagian (Tabel 3),

mastik aspal (Tabel 5), gradasi campuran agregat dan PC (Gambar 1), serta campuran beraspal merupakan data primer (Tabel 6, 7, dan Gambar 2).

Tabel 2. Propertis Aspal Pen 60/70 (Sugiarso, 2019)

No	Propertis	Syarat	Hasil
1	Penetrasi, 25°C, 0,1 mm	60-70	65,9
2	Titik Lembek, °C	Min 48	53,5
3	Berat Jenis Aspal	Min 1	1,14
4	Titik Nyala, °C	Min 232	264
5	Titik bakar, °C	-	281
6	Daktilitas, mm	Min 1000	1330

Tabel 3. Propertis *Portland cement* (PC) Tipe I

Jenis ukuran PC	PC #200	PC #400
Berat Jenis PC *	3,11	
Berat isi PC	0,85	0,89

*Sitanggang (2014)

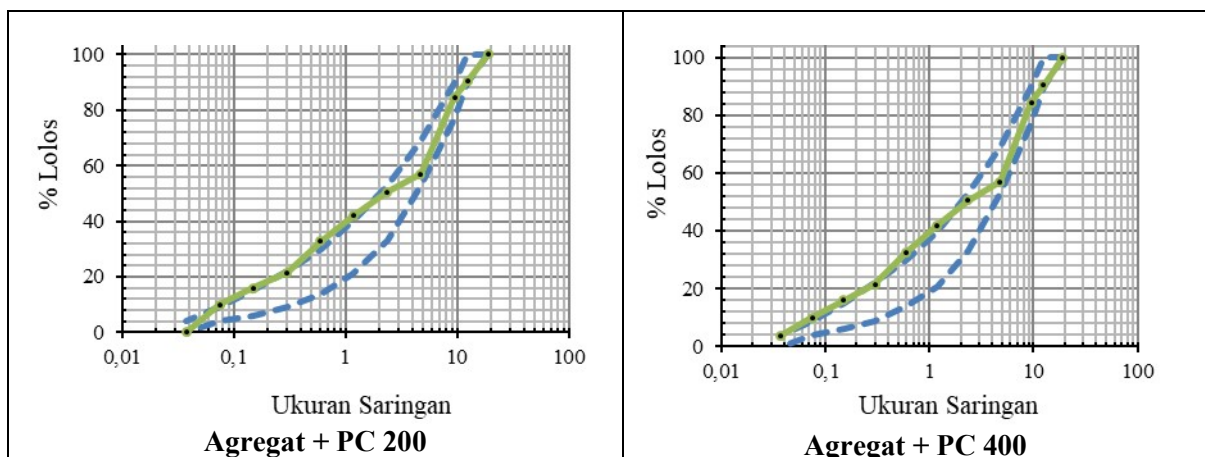
Tabel 4. Data Campuran AC-WC

Tipe gradasi agregat	rapat
Ukuran nominal agregat	19 mm
Kadar aspal optimum (KAO)*	5,5%
Kadar <i>Filler</i> dalam campuran**	4%

Tabel 5. Propertis Mastik Aspal

Jenis Mastik	Mastik Aspal PC 200*	Mastik Aspal PC 400*
Berat jenis	1,558	1,559
Penetrasi (25°C, 0.1mm)	47	31

*Aspal:PC = 58:42



Gambar 1. Gradasi Agregat Dengan Bahan Tambah *Portland Cement*

Pembahasan

Tabel 6 mempresentasikan propertis campuran AC-WC menggunakan semen lolos saringan #200 (PC 200) dan #400 (PC 400) dengan order pencampuran kering (PK) dan basah (PB). PK 200 dimaksudkan proses pencampuran kering campuran AC-WC menggunakan PC 200. Propertis yang dipelajari adalah rongga diantara butir agregat (VMA), rongga udara dalam campuran (VIM), rongga

terisi aspal (VFWA), stabilitas Marshall (SM), flow, *Marshall Quotient* (MQ), dan kepadatan. Setiap angka dalam table tersebut merupakan rata-rata dari hasil pengujian terhadap 3 (tiga) benda uji.

Tabel 6. Propertis Campuran AC-WC

Order Pencampuran	VIM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	SM (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	Kepadatan (gr/cc)
PK 200	3,67	13,94	74,22	1781	3,85	560,89	2,312
PB 200	3,59	16,64	78,93	1832	3,72	562,06	2,314
PK 400	3,73	14,00	73,91	1326	3,23	418,10	2,311
PB 400	3,64	16,68	78,70	1480	3,01	495,87	2,313

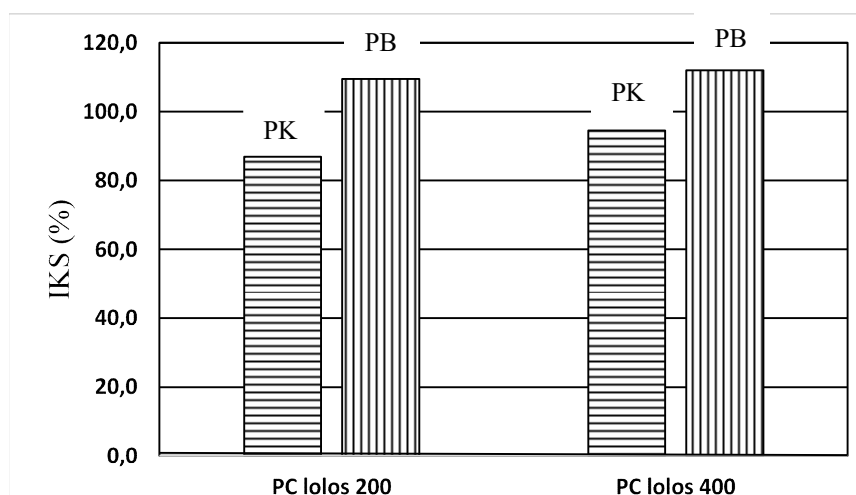
Berdasarkan Tabel 6 tersebut, order pencampuran berpengaruh terhadap kinerja campuran. Campuran dengan order pencampuran basah memiliki nilai SM lebih tinggi baik untuk campuran menggunakan PC 200 maupun 400. Fakta ini didukung oleh nilai kepadatan campuran PB lebih tinggi dan nilai VIM lebih rendah. Berdasarkan nilai MQ dan flow, campuran PB lebih kaku dan ketahanan deformasi lebih baik. Kinerja yang menarik adalah campuran PB walaupun lebih kaku namun memiliki nilai VMA lebih tinggi dimana rongga yang terisi aspal juga lebih tinggi. Hal ini menyiratkan bahwa campuran PB akan memiliki sifat keawetan lebih baik.

Berdasarkan uji durabilitas campuran dengan metode rendaman dalam air bersuhu 60°C selama 24 jam, seperti terlihat pada Tabel 7 dan Gambar 2 nilai IKS (Indek Kekuatan Sisa) campuran PB terlihat lebih superior keawetannya dibanding campuran PK. Dengan demikian kita mendapatkan hasil bahwa campuran PB disamping lebih stabil (kuat), kaku, dan awet.

Nilai IKS merupakan perbandingan nilai SM benda uji yang direndam dan yang tidak direndam. Menurut spesifikasi Bina Marga 2010, bila nilai IKS diatas 90% dianggap memenuhi syarat keawetan. Berdasarkan hasil uji durabilitas sebagaimana terlihat pada Tabel..., campuran PK 200 tidak memenuhi persyaratan keawetan, dan yang menarik, campuran PB memiliki nilai keawetan sangat bagus diatas 100% baik untuk PB 200 maupun 400.

Tabel 7. Durabilitas Capuran AC-WC

Jenis Proses Tipe PC	Proses PB		Proses PK	
	200	400	200	400
IKS (%)	110	112	87	95



Gambar 2. Pengaruh *Order* Pencampuran dan Ukuran Butiran terhadap IKS

Pertanyaan yang kemudian perlu dijawab adalah mengapa campuran PB memiliki kinerja stabilitas dan keawetan yang lebih baik dibanding campuran PK?

Untuk menjawab pertanyaan diatas, upaya investigasi terhadap campuran mastic antara aspal dan PC telah dilakukan. Aspal pen 60/70 dengan kadar optimum 5,5% dicampur dengan PC dengan kadar 4%. Kadar ini sesuai hasil mix design. Sebagaimana terlihat pada Tabel 5, ternyata bila dibanding dengan penetrasi awal 60/70, nilai penetrasi campuran mastik mengalami penurunan menjadi 47 (PC 200) dan menjadi 31 (PC 400). Hasil tersebut menginformasikan bahwa aspal menjadi lebih keras apabila dicampur dengan semen. Faktor inilah sebagai jawaban pertanyaan mengapa nilai stabilitas campuran PB lebih tinggi. Ketika aspal dicampur dengan semen terlebih dahulu maka aspal membentuk mastik yang lebih keras sehingga ketika dicampur dengan agregat membentuk campuran beraspal dengan stabilitas lebih tinggi.

Mengapa stabilitas campuran PK lebih rendah? Ada dua kemungkinan. Pertama, karena pencampuran antara aspal dan semen tidak seefektif dan sehomogen pada campuran PB, sehingga kekerasan mastik yang terbentuk lebih rendah, dan stabilitas campuran beraspal menjadi lebih rendah. Kemungkinan kedua adalah ketika semen dicampur ke agregat terlebih dahulu, maka gradasi agregat sedikit bergeser lebih halus dan keluar dari spesifikasi (Gambar 1). Aspek gradasi ini memungkinkan kinerja campuran menurun.

Mengapa durabilitas campuran PB lebih baik? Data volumetrik campuran mempresentasikan bahwa nilai VMA campuran PB lebih besar, namun nilai VIM lebih kecil, dan nilai VFWA lebih besar. Angka-angka ini maknanya bahwa campuran PB memiliki rongga antar butir agregat lebih besar, dimana rongga yang besar ini lebih banyak diisi oleh aspal. Profil volumetrik ini menjadikan campuran tidak mudah teroksidasi dan dimasuki air. Nilai VFWA yang tinggi juga menyebabkan nilai bitumen film (tebal aspal yang menyelimuti agregat) lebih tebal sehingga campuran lebih awet.

Pertanyaan selanjutnya adalah mengapa nilai-nilai volumetrik campuran PB lebih baik? Menurut Ginting (2014) kadar agregat halus akan mengurangi workabilitas campuran beton. Demikian juga Widodo (2006) menyatakan bahwa gradasi yang semakin halus menyebabkan nilai workabilitas pemadatan semakin rendah. Pada proses pencampuran basah (PB) maka butir-butir semen langsung berikatan dengan aspal, sedangkan pada proses pencampuran kering (PK) butir-butir semen belum terikat sehingga keberadaannya dapat mengganggu proses pemadatan. Penjelasan ini cukup jelas menyampaikan bahwa volumetrik campuran PB lebih baik karena persoalan workabilitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan terhadap campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) menggunakan bahan *Portland Cement* (PC), maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Order pencampuran dapat mempengaruhi kinerja campuran.
- 2) Sistem pencampuran basah (PB) memiliki nilai stabilitas, ketahanan terhadap deformasi, kekakuan, dan durabilitas yang lebih baik bila dibanding dengan sistem pencampuran kering (PK).
- 3) Pada campuran PB, PC lebih efektif berikatan dengan aspal, sehingga aspal lebih keras, dan menghasilkan campuran dengan stabilitas, kekakuan, dan ketahanan terhadap deformasi lebih baik
- 4) Pada campuran PK, keberadaan PC justru mengurangi workabilitas saat proses pemadatan, sehingga kepadatan berkurang, rongga udara lebih besar, sehingga stabilitas dan durabilitas rendah
- 5) Pada campuran PB, bahan PC terikat oleh aspal, sehingga tidak mengganggu workabilitas, sehingga menghasilkan VMA yang lebih besar, dan rongga VMA ini lebih banyak terisi oleh aspal, sehingga campuran PB lebih awet

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberi fasilitas penelitian melalui program PID. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada DRPM Kemenristekdikti yang telah membantu pembiayaan penelitian melalui skema PTUPT Surat Perjanjian Nomor Kontrak: 199.62/A.3-III/LPPM/V/2019. Terima kasih juga diucapkan kepada Sugiarso dan Wahyu Aji yang telah memberi data properti bahan penelitian dan membantu pelaksanaan pengujian laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga, 2010. Spesifikasi Umum. PUPR Dirjen Bina Marga 2010.
- Craus, J., Ishai, I., and Sides, A., 1981. Durability of Bituminous Paving Mixture as Related to Filler Type and Properties. *Proceeding of the Association of Asphalt Paving Technologies* Vol 50.
- Ginting, A., 2014. Pengaruh Perbandingan Agregat Halus Dengan Agregat Kasar Terhadap Workability dan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik* ISSN 2088-3676, vol 4 no 1, Yogyakarta.
- Hamedi GH, Moghadas NF. 2016. Use of aggregate nanocoating to decrease moisture damage of hot mix asphalt. *Road Materials and Pavement Design*. Vol. 17 No. 1, pp. 32–51.
- Lee Dah-yin. 1964. *The Effect of Filler on Asphalt Cement Mastics*. Engineering Research Institute. IOWA State University Ames.
- Lee Dah-yin. 1969. *Durability and Durability Tests for Paving Asphalts*. Engineering Research Institute. IOWA State University Ames.
- Muammar R, Saleh SM, Yunus Y. 2018. Durabilitas campuran laston lapis aus (AC-WC) di substitusi limbah low density polyethylene (LDPE) dengan cara kering terhadap rendaman kotoran sapi. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol 1 (689–700)
- Putrowijoyo, R. 2006. Kajian Laboratorium Sifat *Marshall* dan Durabilitas *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* dengan Membandingkan Penggunaan *Portland cement* dan *Abu Batu sebagai Filler*". Tesis. Semarang : Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro.
- Riyanto, A. dan Wahyono, T., 2015. "Pengaruh Penambahan Filler Semen dan Lama Perendaman terhadap Sifat Durabilitas dan Nilai Struktural *Split Mastic Asphalt (SMA)*". Simposium Nasional Teknologi Terapan. Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sanusi. 2012. "Durabilitas Campuran Aspal Beton Menggunakan Filler *Portland cement*, Limbah Karbit, dan Limbah Batubara". Tesis. Semarang : Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Scholz, T.V. and Brown, S.F., 1996. Rheological Characteristics of Bitumen in Contact with Mineral Aggregate. In *Asphalts Paving Technology*. Vol 65.
- Sitanggang, H.B.S., 2014. Penggunaan Filler *Portland cement* pada AC-WC Halus Spesifikasi Jalan Bina Marga 2010. Tugas Akhir. Bandung : Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sugiarso, A.R. 2019. Perbandingan Tingkat Durabilitas Campuran *Asphalt Concrete (AC)* dan *Hot Rolled Sheet (HRS)*. Tugas Akhir. Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sukirman, S., 2003. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. vii, 246 hal, Bandung Nova.
- Suroso, T.W., 2004, Pengaruh Penambahan Plastik Cara Basah dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal, Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Suroso TW. 2009. Pengaruh penambahan plastik LDPE (Low Density Polyethilen) dengan cara basah dan cara kering terhadap kinerja campuran beraspal. *Jurnal Jalan dan Jembatan*. Volume 26 No.2 (1–16), Agustus 2009.
- Ullitdz, 1987. *Pavement analysis*. ISBN 0444428178, 9780444428172, Elsevier 1987.
- Widodo, S., 2006. Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Workabilitas Campuran Aspal Panas. *Jurnal eco REKAYASA*, Vol. 2, No. 1, Maret 2006, UMS, Surakarta.
- Yamin, A. dan Herman, 2005. Pengaruh Lingkungan Tropis Indonesia Pada Penuaan Aspal dan Modulus Kekakuan Resilien Campuran Beraspal. *Jurnal Transportasi* Vol. 5 No. 2. 2005.
- Zoorob SE dan Suparma LB. 2000. Laboratory Design and Investigation of Proportion of Bituminous Composite Containing Waste Recycled Plastic Aggregate Replacement. *CIB Symposium on Construction and Environment Theory into Practice*. Sao Paulo (BR): CIB.