

KINERJA MEKANIK DAN DURABILITAS CAMPURAN ASPAL PORUS YANG MENGANDUNG ASPAL ALAM BUTON DENGAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH

D. S. Mabui¹, M. W. Tjaronge², S. A. Adisasmita³ dan M. Pasra⁴

¹Mahasiswa Program Studi S3 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jln. Poros Malino KM. 6, Gowa, Email: didik.mabui90@gmail.com

²Professor, Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jln. Poros Malino KM. 6 Gowa, Email: tjaronge@yahoo.co.jp

³Professor, Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jln. Poros Malino KM. 6 Gowa, Email: adjiadisasmita@yahoo.com

⁴Asosiasi Professor, Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jln. Poros Malino KM. 6 Gowa, Email: mubapasra@gmail.com

ABSTRAK

Genangan akibat hujan deras sering mengganggu arus lalu lintas dan perkerasan porus sebagai *wearing course* merupakan salah satu solusi untuk mengatasi genangan air. Campuran aspal ini menggunakan gradasi terbuka yang didominasi oleh agregat kasar dengan kandungan rongga udara berkisar 20% - 25%. Terdapat deposit aspal alam dalam jumlah yang sangat besar di wilayah Buton bagian Selatan, Sulawesi Tenggara. Asbuton modifikasi tipe Retona Blend 55 merupakan salah satu hasil olahan aspal alam yang berasal dari Asbuton dan telah banyak digunakan dalam campuran beraspal panas. Penuaan (*aging*) mengakibatkan proses pelapukan campuran beraspal yang melemahkan ikatan antara bitumen maupun ikatan bitumen dengan agregat. Penelitian ini mencoba menggunakan limbah plastik sebagai bahan tambah dalam campuran aspal porus dimana gradasi aspal porus mengacu pada Spesifikasi REAM, 2008. Jenis plastik yang digunakan adalah *Low Density Polyethylene* (LDPE). Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah berupa kinerja dari campuran aspal porus dengan menggunakan limbah plastik sebagai bahan tambah baik diberikan perlakuan normal dan mengalami penuaan (STOA dan LTOA).

Kata kunci : Plastik, Penuaan, Asbuton modifikasi, Kinerja, Aspal porus

1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara yang memiliki intensitas curah hujan yang tinggi. Salah satu akibatnya adalah menimbulkan genangan air di area permukaan jalan. Air tersebut menggenangi beberapa saat sebelum mengalir kedalam saluran drainase. Genangan air ini menjadi penyebab pengguna jalan raya menjadi tidak nyaman dan tidak aman. Genangan air diatas permukaan jalan dapat mengakibatkan beberapa keadaan, yaitu; jalan menjadi licin, silau jika terkena cahaya, cipratan air akibat roda kendaraan dan pengkabutan dibelakang kendaraan.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, dikembangkan perkerasan *wearing course* yang dapat meloloskan air yang dikenal dengan aspal porus. Pemanfaatan aspal porus sebagai lapisan permukaan jalan dapat menjadi solusi untuk menghindari genangan air di permukaan jalan.

Aspal porus sudah banyak digunakan dinegara-negara maju seperti; Belanda, Spanyol, Belgia, Inggris dan beberapa kota di Amerika Serikat juga Jepang dan Singapura. Aspal porus awalnya dikenal sebagai jenis campuran *open-graded friction courses* (OGFCs) yang telah digunakan sejak tahun 1950 di Amerika Serikat untuk meningkatkan kekesatan perkerasan aspal [1]. Aspal porus digunakan dibanyak negara di Eropa. Terutama untuk mengurangi kebisingan lalu lintas dan meningkatkan kapasitas jalan. Porus aspal berbeda dari campuran aspal pada umumnya karena memiliki struktur terbuka dengan sekitar 20%-25% rongga udara. Struktur terbuka aspal porus untuk mengurangi kebisingan lalu lintas, mengalirkan air dari permukaan jalan, dan mengurangi konduksi panas [2].

Indonesia memiliki aspal alam dikenal dengan nama Asbuton, dinamakan demikian karena lokasi aspal berada di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton memiliki deposit cukup besar sekitar 600 juta ton [3]. Deposit Asbuton diperkirakan setara dengan 24 juta aspal minyak [4]. Pemerintah terus mendorong penggunaan Asbuton untuk dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan raya. Pada tahun 2006, melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 35/PRT/M/2006 [5] tentang Peningkatan Pemanfaatan Aspal Buton untuk

Pemeliharaan dan Pembangunan Jalan meyakinkan bahwa setelah melalui uji coba lapangan dan laboratorium, pemanfaatan Asbuton dalam pemeliharaan dan pembangunan jalan cukup layak secara teknis dan ekonomi, dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan jalan.

Di Indonesia penambahan plastik (polimer) kedalam aspal telah diteliti oleh beberapa peneliti antara lain oleh (Abtahi, Sayyed Mahdi, dkk., 2011 [6]) yang menyimpulkan bahwa penambahan plastik LDPE (*Low Density Polyethilen*) ke dalam aspal dapat dilakukan dengan cara basah atau dengan cara kering. Stabilitas Dinamis dan Resilien Modulus campuran aspal beton yang dicampur plastic LDPE cara kering lebih besar dari aspal pen. 60, namun lebih rendah dari cara basah. Dari segi ekonomi cara kering diperkirakan lebih murah karena waktu pencampuran lebih cepat, tidak memerlukan alat pengaduk dan lebih mudah di handle dari pada cara basah [6].

Dari hasil penelitian yang dilakukan (A. Maal, dkk. 2017 [7]), disimpulkan bahwa hasil pengujian marshall terhadap campuran aspal beton yang mengandung plastik menunjukkan bahwa penambahan kadar plastik sampai dengan 3 % pada aspal meningkatkan stabilitas, berat isi, kepadatan agregat yang dipadatkan (CAD) dan Marshall Quotient campuran HRA. Selanjutnya disebutkan bahwa secara umum penelitiannya menunjukkan penambahan kadar plastik 2 % - 3 % pada aspal memberikan pengaruh yang baik terhadap karakteristik campuran. Selanjutnya oleh (Ahmadinia, Esmaeil, dkk., 2012 [8]) disimpulkan antara lain bahwa substitusi plastik terhadap aspal penetrasi 60/70 dapat menghemat penggunaan/pemakaian aspal sebesar 2,5 % terhadap berat aspal yang digunakan dalam campuran aspal beton AC-WC, dan ditambahkan pula bahwa penambahan plastic meningkatkan nilai stabilitas dan nilai VFB, menurunkan nilai flow, menurunkan nilai VIM dan nilai VMA.

Dalam kajian (Moghaddam, Taher Baghaee, dkk., 2012 dan 2013 [9,10]) mengenai karakteristik aspal sebagai bahan pengikat yang ditambahkan plastik polyvinyl chloride (PVC) disimpulkan bahwa penambahan serbuk PVC kedalam aspal antara 2 % sampai 8 % cenderung menurunkan nilai daktilitas aspal yang berarti aspal menjadi lebih kaku. Sifat ini akan cenderung menyebabkan nilai kelelahan campuran aspal akan menurun (campuran aspal akan lebih kaku) tetapi cenderung mempunyai stabilitas yang lebih tinggi.

Demikian pula, (Rahman, Md. Nobinur, dkk., 2013 [11]) pada Studi sifat reologi aspal pen rendah dan tinggi yang dimodifikasi limbah tas plastic (HDPE) menyebutkan bahwa kualitas aspal yang dimodifikasi dengan plastik menghasilkan sifat yang lebih baik dibandingkan aspal murni. Selanjutnya oleh (Widojoko, Lilies & Purnamasari, P. Eliza. 2012 [12]) disebutkan bahwa suhu pemadatan yang optimum untuk campuran aspal beton dengan menggunakan modifikasi bitumen limbah plastik adalah pada suhu 148 °C.

Aspal yang berfungsi sebagai pengikat pada campuran jika mengalami penuaan maka perkerasan jalan akan mudah retak karena kelenturannya menurun, sedangkan kekakuannya meningkat yang berpengaruh terhadap kinerja campuran. Penelitian Suleiman Arafat Yero dkk (2012) [13], menunjukkan bahwa penuaan mengakibatkan oksidasi dari aspal sehingga terjadi peningkatan kekakuan. Penelitian dengan menggunakan aspal Buton butir yang dilakukan oleh Mohammad Rizal, Tjaronge M.W dkk (2016) [14] bahwa penerapan aspal Buton butir sebagai aspal minyak pengganti sebagian dalam campuran aspal porus dapat meningkatkan kekuatan tarik dan modulus elastis. Sehingga dengan peningkatan kuat tarik dan modulus elastisitas dapat menurunkan kekakuan.

Berdasarkan kajian-kajian tersebut diatas maka dapat dipahami bahwa penambahan plastik dengan persentase tertentu terhadap aspal pada campuran aspal beton, khususnya campuran aspal porus dapat meningkatkan kinerjanya, namun bilamana dijadikan sebagai bahan filler maka menghasilkan campuran dengan kadar rongga yang tinggi. Dari uraian tersebut, maka penelitian ini mengkaji pengaruh limbah plastik terhadap kinerja campuran aspal porus yang mengandung aspal Buton modifikasi akibat proses penuaan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Aspal Porus

Aspal porus sudah banyak digunakan dinegara-negara maju seperti; Belanda, Spanyol, Belgia, Inggris dan beberapa kota di Amerika Serikat juga Jepang dan Singapura. Aspal porus awalnya dikenal sebagai jenis campuran *open-graded friction courses (OGFCs)* yang telah digunakan sejak tahun 1950 di Amerika Serikat untuk meningkatkan kekesatan perkerasan aspal (Hardiman, 2008 [1]).

Aspal porus digunakan dibanyak negara di Eropa. Terutama untuk mengurangi kebisingan lalu lintas dan meningkatkan kapasitas jalan. Porus aspal berbeda dari campuran aspal pada umumnya karena memiliki struktur terbuka dengan sekitar 20%-25% rongga udara. Struktur terbuka aspal porus untuk mengurangi kebisingan lalu lintas, mengalirkan air dari permukaan jalan, dan mengurangi konduksi panas (Elvick, dkk., 2005 [2]).

Aspal porus merupakan campuran beraspal yang didesain mempunyai porositas lebih tinggi dibandingkan jenis perkerasan yang lain. Menurut *Road Engineering Association of Malaysia* (2008) [15], aspal porus memiliki ketentuan nilai porositas 18-25%.

Plastik Sebagai Bahan Filler Dalam Campuran Beraspal

Plastik adalah material sintetik buatan manusia yang mudah dibentuk dan dicetak (Widjoko, dkk., 2012 [12]). Sebagian besar plastik adalah polimer sehingga struktur molekul polimer menentukan karakteristik suatu plastik. Berdasarkan sifat fisiknya, plastik dibagi atas dua jenis yaitu :

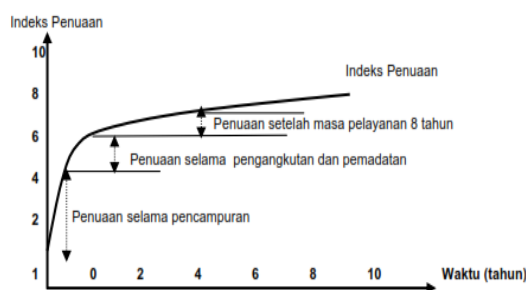
1. *Termoplastik*, merupakan jenis plastik yang bisa didaur-ulang/dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang.
2. *Termoseting*, merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur-ulang/dicetak lagi. Pemanasan ulang akan menyebabkan kerusakan molekul-molekulnya.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penggunaan plastik dalam campuran beraspal diantaranya (Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y., 2008 [16]) melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan LDPE terhadap perkerasan lentur. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa komposisi LDPE optimum yang digunakan sebesar 6% dan menghasilkan stabilitas sebesar 11,7 KN (57,89%) dibandingkan dengan yang tidak menggunakan LDPE (7,41 KN).

Penambahan *Polypropylene* (PP) memberikan tambahan stabilitas perkerasan jalan sebesar 46,7% pada penambahan sebesar 5% (10,876 KN) dibandingkan perkerasan jalan tanpa PP yang memiliki stabilitas sebesar 7,412 KN (Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y., 2009 [17]). Terjadi peningkatan angka stabilitas 58% pada penambahan serat *polypropylene* sebesar 0,3%, yakni dari 1541 kg menjadi 2108 kg (Nugrohojati., 2002 [18]). Menurut (Nugrohojati, E.S., 2002 [18]), menjelaskan bahwa adanya plastik (*PET*) diyakini dapat meningkatkan kekakuan campuran yaitu dengan kadar *additive* 0,3% pada kadar aspal 6,8% dan 7,3% campuran mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi daripada campuran dengan kadar *additive* 0,2 % pada kadar aspal yang sama. (Rosyada, M.A dan Oftiana, N., 2013 [19]) melakukan penelitian menggunakan plastik HDPE untuk meningkatkan kinerja (*Marshall* dan titik lembek aspal) campuran perkerasan jalan.

Penuaan Buatan (STOA dan LTOA)

Berbagai faktor dapat mengakibatkan lapisan perkerasan tidak dapat bertahan sesuai umur rencana, salah satunya yaitu penuaan akibat pemanasan yang berlebih. Penuaan aspal merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengetahui durabilitas campuran beraspal. Penuaan aspal ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penguapan fraksi minyak ringan yang terkandung dalam aspal dan oksidasi, yang disebut penuaan jangka pendek (*short-term aging*), dan oksidasi yang progresif, yang disebut penuaan jangka panjang (*long-term aging*). (Kliwer, *et. al.*, 1995 [20]). Gambar 1 menunjukkan hubungan antara indeks penuaan terhadap waktu.



Gambar 1. Kecepatan penuaan aspal (*Shell Bitumen Handbook*, 2015 [21])

3. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Secara umum, penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian eksperimen di Laboratorium. Komponen pengujian utama yang dititik beratkan pada penelitian ini adalah pengujian penuaan pada Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat yang mengandung limbah plastik jenis LDPE pada campuran aspal porus menggunakan gradasi sistem REAM.

a. Tahap Studi Literatur

Tahap ini dilakukan kajian literatur yang berkaitan dengan topik penelitian untuk menunjang dan memperkuat kerangka berpikir yang akan dipergunakan sebagai dasar untuk menyusun metode penelitian.

b. Tahap Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ini dilakukan penyiapan peralatan dan material yang berkaitan dengan penelitian ini. Peralatan yang digunakan adalah segala peralatan yang tersedia di laboratorium yang berkaitan dengan pengujian properti material dan pengujian karakteristik campuran beraspal.

c. Tahap Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan karakteristik material yang dilakukan berupa karakteristik agregat (agregat kasar dan agregat halus) dan karakteristik Asbuton modifikasi.

1). Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Adapun pengujian dan metode yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Metode Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian	Metode Pengujian	
	Agregat Kasar	Agregat Halus
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	
Berat jenis dan penyerapan agregat	SNI 03-1969-1990	SNI 03-1970-1990
Kadar lumpur	SNI 03-4142-1996	
Keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	-
Indeks Kepipihan	SNI 03-4137-1996	
Sand Equivalent	-	SNI 03-4428-1997

2). Pemeriksaan Karakteristik Asbuton modifikasi

Asbuton modifikasi yang digunakan berasal dari salah satu produsen Asbuton modifikasi yang ada di Indonesia. Pengujian karakteristiknya berdasarkan pada Spesifikasi 2010.

d. Tahap Perancangan Campuran

Langkah pengujian selanjutnya adalah penentuan komposisi campuran. Tahapan ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal dari variasi komposisi berat aspal yang diikuti dengan penyesuaian berat agregat baik agregat kasar maupun halus.

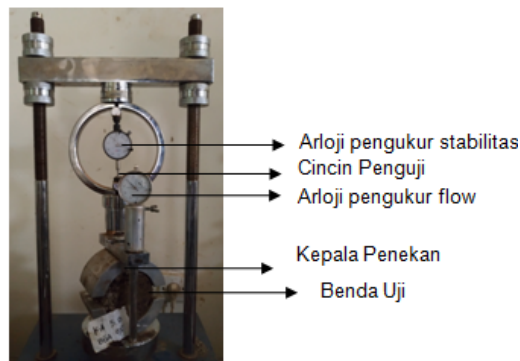
e. Tahap Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji mengacu pada SNI 06-2489-1991 dan REAM, 2009. Setelah campuran aspal porus telah siap dan sudah jadi bricket selanjutnya dilakukan proses aging (STOA dan LTOA) yang mengacu pada SHRP, ASTM dan jurnal ilmiah yang terkait.

f. Tahap Pengujian Benda Uji

1) Pengujian Marshall

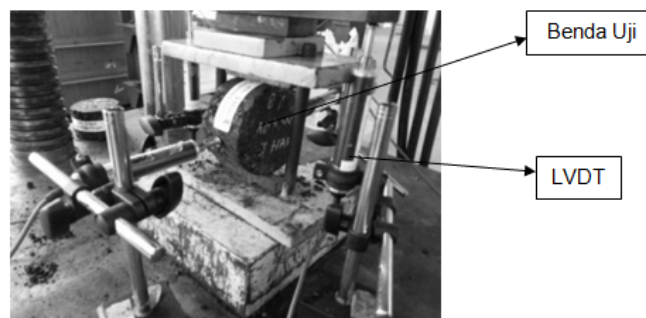
Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (proving ring) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs). Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Arloji kelelahan (flow meter) untuk mengukur kelelahan plastis (flow). Benda uji marshall standart berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm) dalam kilogram atau pound.



Gambar 2. Alat Pengujian Marshall

2) Pengujian *Indirect Tensil Strength* (ITS)

ITS adalah tegangan tarik maksimum dihitung dari pembebanan maksimum, benda uji mengalami putus atau terbelah menjadi dua bagian dari benda uji berbentuk silinder.



Gambar 3. Posisi Benda Uji Pengujian ITS (*Indirect Tensile Strength*)

3) Pengujian Cantabro

Pengujian cantabro dilakukan untuk mengetahui daya ikat dari bitumen terhadap pelepasan butir pada campuran beraspal dengan mesin Los Angeles. Benda uji dimasukkan ke mesin Los Angeles tanpa bola baja. Mesin Los Angeles kemudian dijalankan dengan kecepatan antara 30-33 rpm sebanyak 300 putaran.



Gambar 4. Pengujian Cantabro

4. EKSPEKTASI HASIL PENELITIAN

Dalam usaha mengembangkan analisa yang sistematis pada penentuan kelayakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat dan limbah plastik sebagai bahan tambah dalam campuran aspal porus maka akan disusun persamaan yang secara komprehensif menunjukkan hubungan saling ketergantungan antara kadar Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat dan limbah plastik sebagai bahan tambah dalam campuran aspal porus dengan stabilitas, kuat tarik belah dan cantabro.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiman, Tinjauan Aspal Porus Dwilapisan Sebagai Lapis Permukaan Jalan Yang Ramah Lingkungan Perkotaan, Simposium XI FSPTP, Universitas Diponegoro Semarang, 29-30 Oktober 2008.
- Elvick R, Greibe P, *Road Safety Effects of Porous Asphalt: A Systematic Review of Evaluation Study, Accident Analysis & Prevention, Elsevier, 2005.*
- Affandi, F., 2006. Hasil pemurnian asbuton Lawele sebagai bahan pada campuran aspal untuk perkerasan jalan. Jurnal jalan – jembatan, Vol. 23 No. 3, hal. 6 – 28
- Suryana A., Inventory on Solid Bitumen Sediment Using ‘Outcrop Drilling’ in Southern Buton Region, Buton Regency, Province Southeast Sulawesi, Colloquium on Result Activities of Mineral Resources Inventory. - DIM, the TA.2003, Directorate Mineral (Bandung, in Indonesian) in Tjaronge. M.W and Rita Irmawaty. 2013. Influence of Water Immersion on Physical Properties of Porous Asphalt Containing Liquid Asbuton as Bituminous Asphalt Binder, Proceedings of 3rd International conference and Sustainable Construction Material and Technologies-SCTM, Kyoto, Japan, 2003, M4-1 e153
- Pedoman Pemanfaatan Asbuton Buku 1, 2006, Departemen Pekerjaan Umum.
- Abtahi, Sayyed Mahdi, et.al. 2011. Production of Polypropylene-reinforced Asphalt Concrete Mixtures Based on Dry Procedure and Superpave Gyrotory Compactor. Iranian Polymer Journal.
- Andi Maal, Muh. Saleh Pallu, Nur Ali and Isran Ramli. Experimental Study the Performance of Asphalt Concrete Which using Plastics Powder Filler in Submersed Water Conditions. International Journal of Civil Engineering and Technology, 8(7), 2017, pp. 686–696.
- Ahmadinia, Esmail, et.al. 2012. Performance Evaluation of Utilization of Waste Polyethylene Terephthalate (PET) in Stone Mastic Asphalt. Construction and Building Materials, Elsevier.
- Moghaddam, Taher Baghaee, et.al. 2012. Dynamic Properties of Stone Mastic Asphalt Mixtures Containing Waste Plastic Bottles. Construction and Building Materials, Elsevier. 34: 236-242.
- Moghaddam, Taher Baghaee, et.al. 2013. Utilization of Waste Plastic Bottles in Asphalt Mixture. Journal of Engineering Science and Technology. 8: 264-271.
- Rahman, Md. Nobinur, et.al. 2013. Performance Evaluation of Waste Polyethylene and PVC on Hot Asphalt Mixtures. American Journal of Civil Engineering and Architecture.
- Widjojoko, Lilies & Purnamasari, P. Eliza. 2012. Study the Use of Cement and Plastic Bottle Waste as Ingredient Added to the Asphalt Concrete Wearing Course. Procedia (Social and Behavioral Sciences).
- Suleiman Arafat, Yero and Mohd Rosli Hainin. 2012. The Influence of Short-Term Aging on Bitumen Properties. ARPN Journal of Science and Technology.
- Muhammad Rizal, Tjaronge M. W, Nur Ali and Taslim Bahar. 2016. Influence of Laboratory Shot Term Aging on Tensile Strength of Porous Asphalt Mixture Containing Buton Granular Asphalt (BGA). International Journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering, ISSN: 2394-2827 Volume-3.
- REAM – SP 5/2008, Specification for Porous Asphalt, Road Engineering Association of Malaysia.
- Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y., 2008, Effect of Polyethylene on Life Flexible Pavements, Construction and Building Materials
- Al-Hadidy, A.I dan Qiu, T.Y., 2009, Mechanistic Approach for Polypropylene-Modified Flexible Pavements, Construction and Building Materials, Vol. 30
- Nugrohojati, E.S., 2002, Pengaruh Penggunaan Serat Limbah Plastik Botol minuman sebagai Additive pada Campuran HRA ditinjau dari Ketahanan terhadap Air, Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Rosyada, M., A dan Oftiana, N., 2013 Pengaruh Penambahan Plastik High Density Polyethylene (Hdpe) Dalam Campuran Laston. Tugas Akhir Sarjana Strata Satu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Kliwer JE, Bell CA, and Sosnovske DA, “Investigation of the relationship between field performance and laboratory aging properties of asphalt mixtures, Engineering Properties of Asphalt Mixtures and Relationship to Their Performance, ASTM STP 1265 1995, pp 3-20.
- The Shell Bitumen Handbook, 2015.