

PENGARUH KEPADATAN DAN TEMPERATUR CAMPURAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (ACWC) DIPERKUAT GEOGRID TERHADAP LENDUTAN MENGGUNAKAN UJI BEAM BENDING

Senja Rum Harnaeni¹, Sri Widodo², Sri Sunarjono³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

³Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

E-mail : Senja_rum_h@yahoo.co.id

Abstrak

Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada jalan telah mendorong para peneliti untuk mengungkap penyebab kerusakan dan mengembangkan inovasi teknologi untuk mendapatkan bahan campuran aspal yang handal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kepadatan dan temperatur beton aspal ACWC yang diperkuat geogrid dalam menahan lendutan akibat beban kendaraan. Pengujian kinerja campuran AC-WC tanpa perkuatan geogrid dan dengan menggunakan perkuatan Geogrid yang diregangkan (dengan variasi regangan 2%, 4% dan 6%) dengan alat Marshall yang dimodifikasi (beam bending). Sampel untuk pengujian Beam Bending berupa beton aspal berbentuk plat ukuran 385x63x50 mm³. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menguji campuran beton aspal AC-WC dengan alat Marshall yang dimodifikasi untuk mengukur lendutan maksimum. Faktor-faktor yang ditinjau dalam penelitian ini adalah faktor kepadatan beton aspal dan faktor temperatur perkerasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : Campuran Asphalt Concrete Wearing Course mempunyai kadar aspal optimum 6,7 % terhadap total campuran, Semakin padat campuran ACWC dan semakin rendah temperatur ACWC kemampuannya menahan beban statis cenderung semakin baik, hal ini ditunjukkan dari lendutan yang terjadi makin kecil pada kepadatan yang lebih tinggi serta pada temperatur yang lebih rendah, Semakin tinggi temperatur campuran ACWC semakin kecil pengaruh kepadatan terhadap kemampuan ACWC dalam menahan beban statis, geogrid yang dipasang di dalam lapisan ACWC mampu memberikan tambahan ketahanan terhadap kemampuan menahan beban statis (memperkecil lendutan) serta semakin besar regangan yang diberikan kepada geogrid saat pemasangan memberikan kemampuan menahan beban statis yang semakin baik.

Kata kunci : lendutan, kepadatan, temperatur, Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC), geogrid, uji beam bending

Pendahuluan

Pada saat ini seluruh panjang jalan di Indonesia adalah sekitar 355.856 km yang terdiri dari jalan Nasional 34.629 km, jalan Provinsi 50.044 km, jalan Kabupaten 245.253 km, jalan Kota 23.469 km, dan jalan lainnya 773 km. Kondisi jalan tersebut tidak seluruhnya dalam kondisi baik. Jalan Nasional yang dalam kondisi baik hanya sekitar 52,2 %, sedangkan jalan Kota dan Kabupaten yang kondisinya baik hanya sekitar 22,48 % (Ditjen Bina Marga, 2010). Melihat kondisi jalan tersebut di atas maka akan sangat berat bagi Bina Marga selaku pengelola jalan di Indonesia untuk memperbaiki kondisi jalan supaya tetap dalam kondisi baik. Dengan rata-rata biaya preservasi jalan sebesar 0,3 Milyar/Km, maka biaya preservasi jalan akan memakan biaya yang sangat besar. Dengan demikian untuk mengurangi kerusakan jalan masih diperlukan inovasi teknologi di bidang perkerasan jalan yang lebih kuat dalam menahan beban lalu lintas dan gangguan cuaca.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan penggunaan geogrid sebagai bahan perkuatan campuran beton aspal dalam menahan beban kendaraan dan pengaruh cuaca panas yang memperlemah kuat dukung lapisan perkerasan jalan beton aspal. Tujuan khusus penelitian ini secara berturut-turut adalah untuk menganalisis pengaruh

peregangan awal geogrid, letak geogrid dan kepadatan beton aspal terhadap kemampuan beton aspal menahan lendutan akibat beban kendaraan, dan meningkatkan ketahanan beton aspal terhadap pengurangan kekuatan yang disebabkan oleh meningkatnya temperatur perkerasan jalan pada siang hari.

Metode Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengujian bahan-bahan penyusun beton aspal (yaitu aspal, agregat kasar dan agregat halus) dan perancangan campuran beton aspal *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) untuk mengetahui karakteristik *Marshall* guna mendapatkan kadar aspal optimum yang digunakan untuk pembuatan sampel uji *beam bending*. Pengujian kinerja campuran AC-WC tanpa perkuatan geogrid dan dengan menggunakan perkuatan Geogrid yang diregangkan (dengan variasi regangan 2%, 4% dan 6%) serta penempatan geogrid pada 1/2 tinggi, dengan alat *Marshall* yang dimodifikasi (*beam bending*). Modifikasi alat Marshall ini terletak pada alat pemegang benda uji. Kalau pada uji Marshall konvensional benda uji merupakan silinder dengan diameter 10 cm, maka pada alat Marshall modifikasi ini benda uji berupa balok yang terbuat dari campuran beton aspal. alat ini berfungsi untuk mengukur ketahanan campuran beton aspal menahan beban lentur dengan cara "*beam bending test*". Dari tes ini sekaligus akan dapat diukur lendutan maksimum yang bisa ditahan, serta proses penjalaran retak sebelum benda uji mengalami keruntuhan.

Sampel untuk pengujian *Beam Bending* berupa beton aspal berbentuk plat ukuran 385x63x50 mm³. Uji *Beam Bending* untuk melihat kemampuan beton aspal dalam menahan beban statis, yang ditunjukkan dari tegangan maksimum dan lendutan yang terjadi. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menguji campuran beton aspal AC-WC dengan alat *Marshall* yang dimodifikasi untuk mengukur lendutan maksimum. Faktor-faktor yang ditinjau dalam penelitian ini adalah factor kepadatan beton aspal dan faktor temperatur perkerasan. Dalam pengujian *Beam Bending* benda uji dapat dikondisikan dalam berbagai temperatur. Pada pengujian ini benda uji diuji pada temperatur 30°C, 45°C, dan 60°C. Temperatur-temperatur ini sebagai representasi temperatur perkerasan jalan yang ada di Indonesia pada saat siang hari. Temperatur 60°C merupakan representasi temperatur perkerasan pada tengah hari sedangkan temperatur 30°C merupakan representasi temperatur perkerasan pada pagi dan sore hari. Temperatur 45°C sebagai representasi perkerasan antara pagi dan siang hari serta siang dan sore hari. Lapisan beton aspal ACWC juga diuji pada berbagai macam kepadatan. Hal ini sebagai representati bervariasinya kepadatan lapisan beton aspal yang ada di lapangan. Bervariasinya kepadatan lapisan beton aspal dapat berasal dari bervariasinya karakteristik beton aspal aspal dalam menerima tenaga pemadatan saat pelaksanaan pekerjaan. Bervariasinya kepadatan beton aspal juga dapat berasal dari tidak meratanya distribusi beban roda kendaraan yang bekerja di atas perkerasan jalan. Hal ini juga akan mengakibatkan bervariasinya tambahan kepadatan lapisan beton aspal setelah beberapa lama jalan tersebut dioperasikan. Pada penelitian ini benda uji diuji ketahanannya terhadap beban statis dengan 3 macam kepadatan. Masing-masing kepadatan diuji pada 3 temperatur perkerasan beton aspal. Tiga macam kepadatan tersebut adalah 2,084 gr/cm³, 2,200 gr/cm³, dan 2,293 gr/cm³. Untuk masing-masing kepadatan benda uji diuji pada temperatur 30°C, 45°C dan 60°C.



Gambar 1. Alat *Beam Bending Test*

Hasil Penelitian dan Pembahasan**Hasil pengujian Agregat Kasar dan Agregat Halus**

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
1.	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI 2417:2008	20,6 %	≤ 40%
2.	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-199	>95%	≥ 95%
3.	Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	SNI 03-6877-2002	100/100	95/90
4.	Partikel Pipih dan Lonjong	RSNI T-01-2005	8,3%	≤10 %
5.	Pelapukan	SNI 03-3407-1994	1,5%	≤12 %
6.	Berat jenis : Bulk SSD Apparent	SNI 03-1969-2008 dan SNI 03-1970-2008	2,75 2,78 2,83	- - -
7.	Penyerapan	SNI 03-1969-2008	1,1%	-

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
1.	Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	69%	Min 50%
2.	Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	SNI 03-6877-2002	52	Min. 45
3.	Pelapukan	SNI 03-3407-1994	2,7%	≤12 %
4.	Berat jenis : Bulk SSD Apparent	SNI 03-1969-2008 dan SNI 03-1970-2008	2,73 2,75 2,78	- - -
5	Penyerapan	SNI 03-1969-2008	0,6%	-

Hasil Pengujian Gradasi Agregat

Tabel 3. Gradasi Agregat dalam Pelaksanaan Pengujian Campuran ACWC

Ukuran (mm)	19	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,150	0,075
% berat yang lolos	100,0	95,0	81,0	61,5	46,1	35,8	26,6	18,8	12,0	7,0
Persyaratan % berat yang lolos	100	90-100	72-90	54-69	39,1-53	31,6-40	23,1-30	15,5-22	9-15	4-10

Hasil Pengujian Aspal

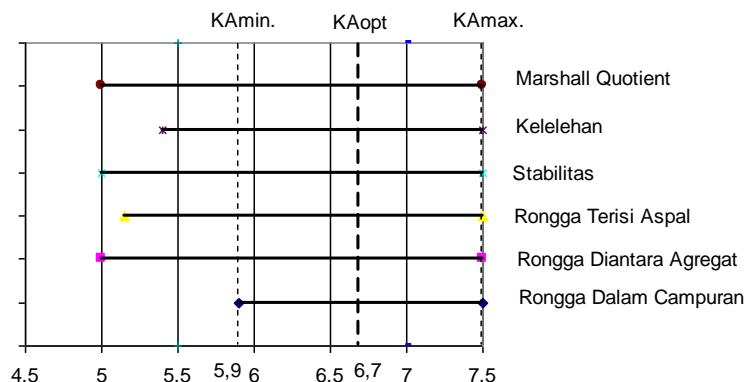
Tabel 4. Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
1.	Penetrasi pada 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	65	60-70
2.	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	49,9	≥48
3.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-06-2432-1991	>140	≥100
4.	Titik Nyala (°C)	SNI-06-2433-1991	315	≥232
5.	Kelarutan dalam C ₂ HCL ₂ (%)	SNI 06-2441-1991	99,85	≥99
6.	Berat Jenis	SNI-06-2438-1991	1,039	≥1,0
7.	Kehilangan berat dengan TFOT (%)	SNI 06-2440-1991	0,0162	≤ 0.8
8.	Penetrasi setelah TFOT (%)	SNI 06-2456-1991	84,7	≥ 54
9.	Titik lembek setelah TFOT (%)	SNI 06-2434-1991	51,6	-
10.	Daktilitas setelah TFOT (cm)	SNI 06-2432-1991	>140	≥ 100
11.	Kadar paraffin (%)	SNI 03-3639-2002	0,1004	≤ 2

Hasil Pengujian Marshall

Tabel 5. Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Campuran ACWC

Karakteristik Campuran ACWC	Hasil	Spesifikasi
Void in mixture (%)	4,3	3,5 - 5
Void in Aggregate (%)	19	> 15
Asphalt Filled Void (%)	78	> 65
Marshall Stability (kg)	2,000	> 800
Flow (mm)	3.4	> 3
Marshall Quotient (kg/mm)	580	> 250



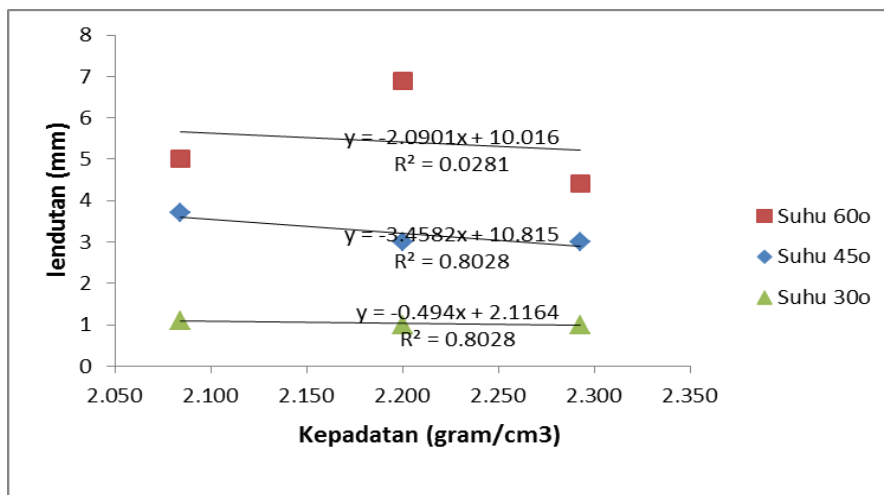
Gambar 2. Rangkuman Kadar Aspal yang Menghasilkan Karakteristik Campuran Aspal Sesuai Spesifikasi ACWC Gradasi Halus

Pengujian Beam Bending ACWC Tanpa Perkuatan Geogrid

Pengujian *Beam Bending* bertujuan untuk mengetahui kemampuan lapisan beton aspal dalam menahan beban statis, yaitu dengan cara menguji campuran beton aspal ACWC dengan alat *Marshall* yang dimodifikasi untuk mengukur lendutan maksimum dan kuat lentur maksimum. Kemampuan ACWC menahan beban statis ditunjukkan dengan besarnya lendutan yang terjadi pada kondisi beban maksimum. Pada pengujian *Beam Bending* ini ACWC diuji tanpa dan dengan perkuatan geogrid. Selain itu juga diuji pengaruh cuaca terhadap ketahanan ACWC dalam menahan beban roda yang diukur dengan besarnya lendutan pada beban maksimum.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Beam Bending* terhadap ACWC tanpa Perkuatan Geogrid

No.	Material ACWC		Tegangan maksimum (kPa)	Lendutan (mm)
	Kepadatan (gr/cm ³)	Temperatur (°C)		
1	2,293	60	18	4,4
2	2,200	60	15	6,9
3	2,084	60	10	5,0
4	2,293	45	54	3,0
5	2,200	45	44	3,0
6	2,084	45	31	3,7
7	2,293	30	593	1,0
8	2,200	30	445	1,0
9	2,084	30	275	1,1



Gambar 3. Pengaruh Kepadatan dan Temperatur terhadap lendutan ACWC Tanpa Perkuatan Geogrid

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa semakin padat lapisan beton aspal ACWC kemampuannya dalam menahan beban cenderung semakin baik. Sebaliknya semakin tinggi temperatur lapisan beton aspal ACWC ketahanannya menahan beban cenderung semakin rendah. Gambar 3 juga menunjukkan bahwa lendutan yang terjadi cenderung semakin kecil seiring dengan semakin tingginya kepadatan dan semakin rendahnya temperatur perkerasan ACWC.

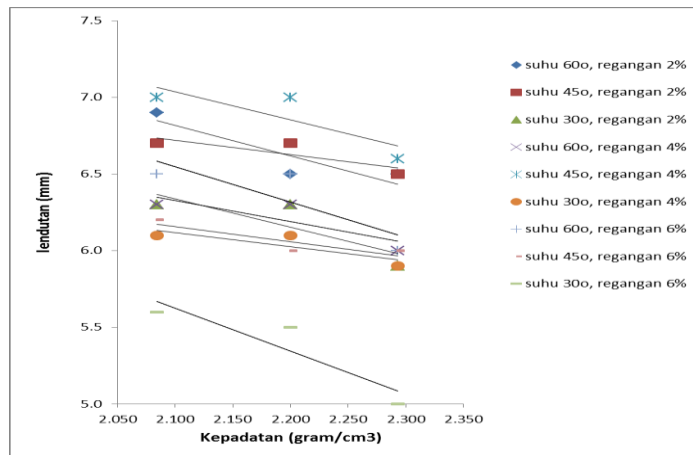
Pengujian Beam Bending Terhadap ACWC Dengan Perkuatan Geogrid

ACWC yang diperkuat dengan geogrid diuji pada kepadatan 2,084 gr/cm³, 2,200 gr/cm³, dan 2,293 gr/cm³. Bahan perkuatan geogrid diletakkan pada ½ tinggi benda uji. Benda uji mempunyai tinggi atau tebal 50 mm. Geogrid akan efektif memperkuat lapisan ACWC jika kondisinya dalam keadaan tegang. Untuk mengetahui pengaruh peregangan geogrid dalam memperkuat lapisan beton aspal, geogrid diberi regangan 2%, 4% dan 6%.

Aspal semen sebagai bahan pengikat termasuk bahan *thermo plastic*, sehingga kekentalannya akan tergantung dari temperturnya. Dalam kondisi panas kekentalan aspal semen akan turun dan sebaliknya dalam kondisi dingin kekentalannya akan naik. Kekentalan aspal sebagai bahan pengikat campuran beton aspal akan mempengaruhi karakteristik dari bahan campuran beton aspal tersebut. Untuk mengetahui perubahan karakteristik beton aspal terhadap temperatur, pengujian *beam bending* dilaksanakan pada temperatur 30°C, 45°C, dan 60°C.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Beam Bending* terhadap ACWC dengan Perkuatan Geogrid pada 1/2 Tinggi

No.	Material ACWC		Regangan Geogrid					
	Kepadatan (gr/cm ³)	Temperatur (°C)	2%		4%		6%	
			Teg. Maks. (kPa)	Lendutan (mm)	Teg. Maks. (kPa)	Lendutan (mm)	Teg. Maks. (kPa)	Lendutan (mm)
1	2,293	60	399	6,5	402	6,0	439	6,0
2	2,200	60	390	6,5	401	6,3	434	6,5
3	2,084	60	277	6,9	399	6,3	404	6,5
4	2,293	45	500	6,5	545	6,6	567	6,0
5	2,200	45	457	6,7	475	7,0	498	6,0
6	2,084	45	208	6,7	380	7,0	405	6,2
7	2,293	30	603	5,9	616	5,9	698	5,0
8	2,200	30	468	6,3	481	6,1	523	5,5
9	2,084	30	210	6,3	325	6,1	392	5,6



Gambar 4. Pengaruh Kepadatan dan Temperatur terhadap lendutan ACWC yang Diperkuat Geogrid pada 1/2 Tinggi

Gambar 4 memperlihatkan pengaruh kepadatan dan temperatur terhadap lendutan ACWC yang diperkuat dengan geogrid pada posisi 1/2 tinggi. Dari Gambar 4 juga terlihat kecenderungan yang sama dengan ACWC tanpa perkuatan geogrid, yaitu kecenderungan lendutan yang terjadi semakin kecil seiring dengan semakin tingginya kepadatan dan semakin rendahnya temperatur perkerasan ACWC.

Semakin besar regangan yang diberikan kepada geogrid saat pemasangan, cenderung menghasilkan kemampuan menahan beban statis yang semakin besar untuk berbagai variasi kepadatan dan temperatur. Penambahan perkuatan ini disebabkan karena semakin tinggi regangan geogrid maka kekuatan tariknya semakin besar. Peregangan geogrid ini akan memberikan perlawanan saat lapisan ACWC menerima beban. Pada temperatur tinggi bahan pengikat aspal menjadi lunak sehingga stabilitas lapisan ACWC juga menurun. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Gambar 3 dan Gambar 4 juga memperlihatkan bahwa semakin besar regangan yang diberikan kepada geogrid saat pemasangan, cenderung menghasilkan nilai lendutan yang semakin kecil untuk berbagai variasi kepadatan dan temperatur.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* mempunyai kadar aspal optimum 6,7 % terhadap total campuran.
- b. Semakin padat campuran ACWC, kemampuannya menahan beban statis semakin baik.
- c. Semakin tinggi temperatur campuran ACWC, kemampuannya menahan beban statis semakin menurun.
- d. Semakin tinggi temperatur campuran ACWC, semakin kecil pengaruh kepadatan terhadap kemampuan ACWC dalam menahan beban statis.
- e. Geogrid yang dipasang di dalam lapisan ACWC mampu memberikan tambahan ketahanan dalam menahan beban statis yang ditunjukkan oleh kecenderungan lendutan yang semakin kecil.
- f. Semakin besar regangan yang diberikan kepada geogrid saat pemasangan memberikan ketahanan yang semakin baik dalam menahan beban statis.

Saran

Untuk lebih memperdalam masalah perkuatan lapisan beton aspal dengan geogrid, disarankan dilakukan penelitian-penelitian sebagai berikut :

1. Model hubungan gradasi agregat terhadap kemampuan lapisan beton aspal yang diperkuat dengan geogrid dalam menahan beban statis.
2. Peran berbagai jenis geogrid dalam memperkuat berbagai macam lapisan beton aspal.
3. Pengaruh lapis perekat terhadap kemampuan menahan beban statis pada lapisan beton aspal yang diperkuat dengan geogrid.

Ucapan Terima Kasih

Semoga tulisan ini dapat menjadi amal jariyah untuk almarhum Bapak Ir. Sri Widodo, MT

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Direktur Ditlitabmas Ditjen Dikti.
2. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Muhammadiyah Surakarta beserta stafnya.
3. Ketua Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FT-UMS beserta stafnya.

Daftar Pustaka

- Diana, I.W., 2005. "Pengaruh Penambahan Fixonite dan Suhu Pematatan Terhadap Unjuk Kerja Campuran Beton Aspal". Jurnal Transportasi Vol.5, No.1, pp 73-86, Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi, Bandung
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010. *Rencana Strategis Bina Marga 2010-2014*. Yayasan Penerbit PU, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010a. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Beraspal*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan, Bandung.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2005. *Masterplan Transportasi Darat*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Departemen Perhubungan, Jakarta.
- Grabowski, W., Pozarycki, A., 2008. "Energy Absorption In Large Dimension Asphalt Pavement Samples Reinforced With Geosynthetics". Foundation of Civil and Environmental Engineering No.11 pp.17-28, Poznan University of Technology, Poland
- James, G.M., 2004. "Geosynthetic Materials As Asphalt Reinforcement Interlayers : The Southern African Experience". Proceeding of the 8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa (CAPSA'04), Sun City, South Africa
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2010. *Rencana Strategis Kementerian Pekerjaan Umum 2010-2014*. Jakarta
- Kerh, T., Wang, Y.M., Lin, Y., 2005. "Experimental Evaluation of Anti-stripping Additives Mixing in Road Surface Pavement Materials". American Journal of Applied Sciences Vol. 10, No. 2, pp1427-1433
- Khodaii, A., Fallah, S., Nejad, F.M., 2009. "Effects of Geosynthetics on Reduction of Reflection Cracking in Asphalt Overlays". Geotextiles and Geomembranes, pp.1-8, Elsevier, Miamisburg United States.
- Koerner, R.M., 1990. *Designing with Geosynthetics*. Second Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Lu, Y., P.J. Wright, P.J., Zhou, Y., 2009, "Effect of Temperature and Temperature Gradient on Asphalt Pavement Response". Road & Transport Research, Vol 18 No.1 pp 19-30, School of Civil Engineering Southwest Jiaotong University Chengdu, 610031, P.R. China
- Misra, S.K., and Khan, M.Z., 2010. "Potential Benefits of Paving Geosynthetics as Interlayer". International Research Journal, Vol. I Issue 13 pp 1- 4, Jaipur India.
- Moussa, G.K.M., 2003. "The Optimum Location of Geotextile Reinforcement in Asphalt Layers". Alexandria Engineering Journal Vol.42 No.1 pp.103-111, Faculty of Engineering Alexandria University, Egypt.
- PT. Tetrasa Geosinindo, 2005. *Product Catalog Ver. 1.2.05*. Jakarta.
- Suryolelono, K.B., 2000. *Geogrid Geoteknik*. Nafiri, Yogyakarta.
- Suroso, T.W., 2008. "Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Pada Perkerasan Jalan". Jurnal Jalan dan Jembatan Vol. 25 No.3, Bandung.
- TenCate Miragrid, 2011. *Description of Miragrid Geogrids*. TenCate Geosynthetics Asia Sdn.Bhd., Selangor, Malaysia