

STUDI KOMPARATIF KUAT TARIK TIDAK LANGSUNG DAN KUAT TEKAN BEBAS PADA CAMPURAN AC-WC DENGAN ASPAL MODIFIKASI (ASPAL PENETRASI 60/70 DENGAN PENAMBAHAN 1,5 % STYROFOAM)

Djoko Sarwono, Djumari, Rangga Dwi Pradibdyo

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret,
Jl. Ir. Sutami 36 A, Kentingan, Surakarta 57126, Telp (0271)647069, Fax 662118

*Email: djokosarwono@staff.uns.ac.id

Abstract

Over time, the construction of highways has developed, therefore it has caused a decrease in natural materials. Styrofoam is a material that can be added in a mixture of bending pavement surface layers, because styrofoam is one of the thermoplastic materials. This study used an experimental method with testing of indirect tensile strength and free compressive strength at the Highway Laboratory of Sebelas Maret University, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University. Modified asphalt is mixed with 1.5% styrofoam. The asphalt content used was 4.5%, 5%, 5.54%, 6%, 6.5% for asphalt without styrofoam mixture and 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, and 7% for modified asphalt. The optimum asphalt content results from the modified asphalt equation in the indirect tensile strength test of 5.97% got a value of 653.74Kpa in the unconfined compressive strength test of 5.99% getting a value of 5.35Mpa. The optimum asphalt content result from the modified asphalt equation in the indirect tensile strength test of 5.542% got a value of 576.88Kpa in the free compressive strength test of 5.43% getting a value of 5.16Mpa. modified asphalt has a higher value because the characteristics of asphalt are more brittle than 60/70 penetration asphalt.

Keywords: modified asphalt 1.5% styrofoam, indirect tensile strength test., unconfined compressive strength test.,

Abstrak

Seiring berjalannya waktu pembangunan jalan raya semakin berkembang maka dari itu menyebabkan berkurangnya material alam. Styrofoam merupakan bahan yang bisa ditambahkan dalam campuran lapisan permukaan perkerasan lentur, karena styrofoam merupakan salah satu bahan termoplastik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pengujian kuat tarik tidak langsung dan kuat tekan bebas di Laboratorium Jalan Raya Universitas Sebelas Maret, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Aspal modifikasi dicampurkan dengan 1,5% styrofoam. Kadar aspal yang digunakan 4,5%, 5%, 5,54%, 6%, 6,5% untuk aspal tanpa campuran styrofoam dan 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% untuk aspal modifikasi. Hasil kadar aspal optimum dari persamaan aspal modifikasi pada pengujian kuat tarik tidak langsung sebesar 5,97% mendapatkan nilai 653,74 kPa pada uji kuat tekan bebas sebesar 5,99% mendapatkan nilai 5,35 MPa. Hasil kadar aspal optimum dari persamaan aspal modifikasi pada pengujian kuat tarik tidak langsung sebesar 5,542% mendapatkan nilai 576,88 kPa pada uji kuat tekan bebas sebesar 5,43% mendapatkan nilai 5,16 MPa. Aspal modifikasi mendapatkan nilai yang lebih tinggi dikarenakan karakteristik aspal lebih getas daripada aspal penetrasi 60/70.

Kata Kunci: aspal modifikasi 1,5% styrofoam, uji kuat tarik tidak langsung, uji kuat tekan bebas

PENDAHULUAN

Pembangunan jalan raya seiring berjalannya waktu semakin berkembang dan membutuhkan material penyusun jalan yang lebih banyak, maka dari itu menyebabkan berkurangnya material alam. Terbatasnya material jalan serta kebutuhan pembangunan jalan yang meningkat, maka dibutuhkan alternatif material pengganti dari material umumnya. Material pengganti diharapkan dapat memberikan kekuatan yang lebih baik.

Styrofoam merupakan salah satu bahan sintesis yang memiliki nama lain yaitu gabus putih. Styrofoam dapat ditemukan dengan mudah dan merupakan limbah yang masih dapat dimanfaatkan kembali, styrofoam biasanya digunakan untuk bahan pembungkus alat elektronik, buah-buahan, serta beberapa bungkus makanan yang sering kita temui. Sifat dari styrofoam yang ringan dan kaku serta termoplastik padat yang mana akan mencair bila terkena suhu panas dan juga dapat melunak jika dicampur dengan bensin sehingga cocok dijadikan perekat (Putri dan Syamsuwiman, 2016). Styrofoam sendiri perlu waktu untuk diuraikan sekitar 500 tahun barulah limbah styrofoam dapat terurai dalam tanah. Daur ulang diperlukan untuk mengurangi limbah styrofoam, jika limbah ini dibiarkan maka akan mengganggu

kehidupan makhluk hidup. Inovasi dalam bidang teknik sipil juga sudah melirik *styrofoam* sebagai bahan tambah dimana *styrofoam* dapat meningkatkan daya lekat campuran perkerasan lentur.

Berdasarkan penelitian Dwinanda(2017) hasil penelitian aspal modifikasi 1,5% *styrofoam* dengan campuran HRS-Base didapatkan nilai stabilitas sebesar 1390 kg, nilai kelelahan 6,8 mm, nilai rongga dalam campuran 4%, nilai rongga antar agregat 19,2%, rongga terisi aspal 80%, dan nilai *MQ* (*Marshall quotient*) 210 kg/mm. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengujian lebih lanjut dengan aspal modifikasi *styrofoam* untuk mengetahui daya tahan dari campuran AC-WC dengan pengujian *Indirect Tensile Strength* (IDT) dan *Unconfined Compressive Strength* (UCS) yang digunakan menjadi indikasi langsung seberapa besar perkerasan dapat menerima beban saat di lapangan.

METODE

Penelitian tentang uji kuat tarik tidak langsung dan kuat tekan bebas telah dilakukan dengan sampel AC-WC berbentuk silinder dengan dimensi diameter 10,1 cm dan tinggi 6,5 cm. Bahan tambah yang digunakan yaitu *styrofoam* dengan kadar 0% dan 1,5% dari berat aspal dengan variasi kadar aspal yaitu untuk 0% *styrofoam* adalah 4,5%, 5%, 5,54%, 6%, dan 6,5% untuk 1,5% *styrofoam* adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Sampel yang digunakan berumur 1 hari. Bahan penyusun yang digunakan dilakukan uji kelayakan terlebih dahulu untuk agregat kasar dilakukan uji berat jenis, gradasi, dan *Los Angeles*.

Pengujian pada aspal dilakukan untuk mengetahui apakah aspal yang digunakan memenuhi standar. Aspal diuji dengan 5 jenis pengujian, yaitu

1. Penetrasi (SNI 2456:2011)
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat dari aspal, syarat penetrasi berkisar antara 0,6 mm sampai 0,79 mm.
2. Titik lembek (SNI 2434:2011)
Titik lembek adalah temperatur dimana suatu lapisan aspal yang disimulasikan dalam ring setebal 5 mm diberikan beban berupa bola baja berukuran 9,53 mm seberat 3,5 gram yang lalu dipanaskan dalam air hingga bola baja turun menyentuh pelat sepanjang 25,4 mm, syarat minimum untuk titik lembek sebesar 48°C.
3. Titik nyala dan titik bakar (SNI 2433:2011)
Tujuan pemeriksaan titik nyala dan titik bakar adalah untuk mengetahui suhu dimana aspal akan mulai rusak karena suhu yang terlalu tinggi, yaitu saat terjadi nyala api pertama untuk titik nyala, dan nyala api yang merata untuk titik bakar. Syarat minimum titik nyala dan titik bakar adalah 200°C.
4. Berat jenis (SNI 2441:2011)
Berat jenis adalah perbandingan antara berat aspal dengan volumenya pada suhu 25°C. Syarat minimum berat jenis aspal sebesar 1.
5. Daktilitas (SNI 2432:2011)
Tujuan pemeriksaan daktilitas adalah untuk mengetahui sifat kohesi dari aspal, syarat minimum untuk daktilitas sebesar 100 cm.

Indirect Tensile Strength (IDT)

Uji kuat tarik tidak langsung ini dilakukan untuk mengetahui pembebanan arah vertikal sepanjang diameter benda uji dengan ketebalan yang ditentukan minimum 4 kali lebih kecil dari diameter benda uji agar mendapatkan nilai tegangan bidang dari benda uji. Menghitung tegangan bidang menggunakan rumus berdasarkan standar ASTM D6931-12:

$$IDT = \frac{2000 \times P}{\pi \times h \times D} \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan

IDT

= *Indirect Tensile Strength* (kPa)

P = kuat tarik terkalibrasi (kg)

h = tebal rata-rata benda uji (m)

D = diameter benda uji (m)

Unconfined Compressive Strength (UCS)

Pengujian kuat tekan bebas merupakan pengujian tidak langsung yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan bebas maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji, dimana alat uji berupa plat yang ditekan searah tegak lurus arah pemadatan. Dimana pengujian kuat tekan bebas menggunakan standar ASTM D1074-02

Nilai kuat tekan bebas terkoreksi (MPa) dapat dihitung dengan persamaan 2

$$F = \frac{Pu}{A} \dots\dots\dots [2]$$

Keterangan:

F = kuat desak (MPa)

Pu = nilai beban (kg)

A = luas permukaan benda uji (m²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian aspal yang dilakukan untuk menguji apakah aspal memenuhi standar yang digunakan dengan pengujian Penetrasi, Titik Lembek, Titik Nyala, Titik Bakar, Daktilitas, dan Berat Jenis. Pengujian berdasarkan ketentuan SNI 2011. Hasil nilai pengujian beton segar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi pengujian aspal

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat Aspal Pen 60/70	Hasil	Syarat Aspal Modifikasi	Hasil	Satuan
A	B	D	C	E	F	G
1	Penetrasi	60-70	70.4	Dilaporkan *	60.7	100 gr, 25°C, 5 Detik
2	Titik Lembek	Min. 48°C	52.5	Dilaporkan*	49.5°	°C
3	Titik nyala	Min. 200°C	313	Min. 230°C	305°	°C
4	Titik bakar	Min. 200°C	317	Min. 230°C	310°	°C
5	Daktilitas	Min. 100 cm	>150	Min. 100 cm	126,5	25°C, 5 cm/menit
6	Berat jenis	Min. 1 gr/cc	1,038	Min. 1	1.032	gr/cc

Hasil dari pengujian sifat fisik aspal didapatkan bahwa antara aspal penetrasi 60/70 dan aspal modifikasi 1,5% *styrofoam* didapatkan hasil bahwa semua memenuhi standar SNI 2011 yang digunakan.

Pengujian ini mendapatkan hasil kuat tarik tidak langsung dengan satuan kg yang diuji menggunakan alat IDT yang kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai IDT dengan satuan kPa. Hasil pengujian kuat tarik tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Rekapitulasi kuat tarik tidak langsung aspal penetrasi 60/70

NO	Kode Benda Uji	Dial (kg)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Kalibrasi (kg)	Konversi (N)	IDT (kPa)	Def. Vert (mm)	Def. Hors (mm)
A	B	C	D	F	G	H	I	J	K
1	4.5(1)	8	101	25	206.61	2025.98	511.06	1	0.35
2	4.5(2)	7.8	101	25	201.44	1975.33	498.29	1.3	0.46
3	4.5(3)	7.6	101	25	196.28	1924.68	485.51	1.1	0.39
4	5(1)	8.6	101	25	222.10	2177.93	549.39	1.55	0.54
5	5(2)	8.4	101	25	216.94	2127.28	536.62	1.62	0.57
6	5(3)	8.6	101	25	222.10	2177.93	549.39	1.58	0.55
7	5.54(1)	9.5	101.5	25	245.35	2405.85	603.90	2	0.70
8	5.54(2)	9.2	101.2	25	237.60	2329.88	586.56	2	0.70
9	5.54(3)	9.4	101.3	25	242.76	2380.53	598.72	2	0.70
10	6(1)	8.5	101	25	219.52	2152.61	543.00	2.1	0.74
11	6(2)	8.7	101	25	224.68	2203.26	555.78	2	0.70
12	6(3)	8.4	101	25	216.94	2127.28	536.62	2.4	0.84
13	6.5(1)	8.1	101	25	209.19	2051.31	517.45	2	0.70
14	6.5(2)	8	101	25	206.61	2025.98	511.06	2.5	0.88
15	6.5(3)	8	101	25	206.61	2025.98	511.06	2.2	0.77

Tabel 3. Rekapitulasi kuat tarik tidak langsung aspal modifikasi 1,5% styrofoam

N O	Kode Benda Uji	Dial (kg)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Kalibrasi (kg)	Konversi (N)	IDT (kPa)	Def. Vert (mm)	Def. Hors (mm)
A	B	C	D	F	G	H	I	J	K
1	5(1)	8.4	101	25	216.94	2127.28	536.62	1.2	0.42
2	5(2)	8	101	25	206.61	2025.98	511.06	1.8	0.63
3	5(3)	8.2	101	25	211.77	2076.63	523.84	1.1	0.39
4	5.5(1)	9.6	101	25	247.93	2431.18	613.28	1	0.35
5	5.5(2)	9.4	101.2	25	242.76	2380.53	599.31	1.35	0.47
6	5.5(3)	9.2	101	25	237.60	2329.88	587.72	2.15	0.75
7	6(1)	10.6	101.45	25	273.75	2684.43	674.16	1.42	0.50
8	6(2)	11	101.5	25	284.08	2785.73	699.25	1.40	0.49
9	6(3)	10.8	100.4	25	278.92	2735.08	694.06	1.85	0.65
10	6.5(1)	9.2	101	25	237.60	2329.88	587.72	2.20	0.77
11	6.5(2)	9	100.6	25	232.43	2279.23	577.23	1.50	0.53
12	6.5(3)	9.4	100.6	25	242.76	2380.53	602.89	1.00	0.35
13	7(1)	7.8	100.6	25	201.44	1975.33	500.27	2.00	0.70
14	7(2)	8.1	100.6	25	209.19	2051.31	519.51	1.80	0.63
15	7(3)	8.2	100.6	25	211.77	2076.63	525.92	1.70	0.60

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kuat tekan bebas uji dalam vertikal. Besarnya kuat tekan dapat dijadikan acuan langsung untuk mengetahui kemampuan perkerasan di lapangan terhadap pembebanan vertikal. Hasil dari pengujian kuat tekan bebas dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Rekapitulasi kuat tekan bebas aspal penetrasi 60/70

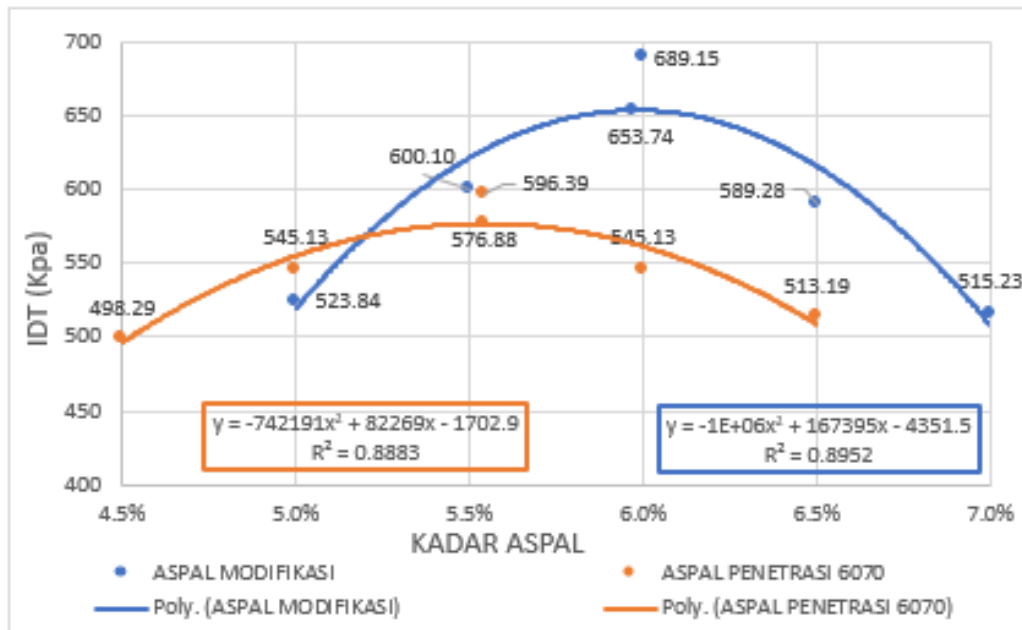
No.	Kode Benda Uji	Dial (kg)	Diameter (mm)	UCS (kg/m ²)	UCS Terkoreksi (MPa)
A	B	C	D	E	F
1.	4.5(1)	4200	101	524489.6	4.96
2.	4.5(2)	4170	101	520743.3	5.11
3.	4.5(3)	4150	101	518245.7	5.02
4.	5(1)	4175	101	521367.6	5.11
5.	5(2)	4150	101.5	513152.4	5.03
6.	5(3)	4200	101	524489.6	5.15
7.	5.54(1)	4375	101.5	540973.9	5.31
8.	5.54(2)	4225	101.2	525528.2	5.16
9.	5.54(3)	4250	101.3	527594.6	5.18
10.	6(1)	4200	101	524489.6	5.08
11.	6(2)	4180	101.6	515845	5.06
12.	6(3)	4175	101.5	516243.7	5.09
13.	6.5(1)	4130	101.5	510679.4	5.01
14.	6.5(2)	4080	101.5	504496.8	4.91
15.	6.5(3)	4150	101.5	513152.4	5.02

Tabel 5. Rekapitulasi kuat tekan bebas aspal modifikasi 1,5% styrofoam

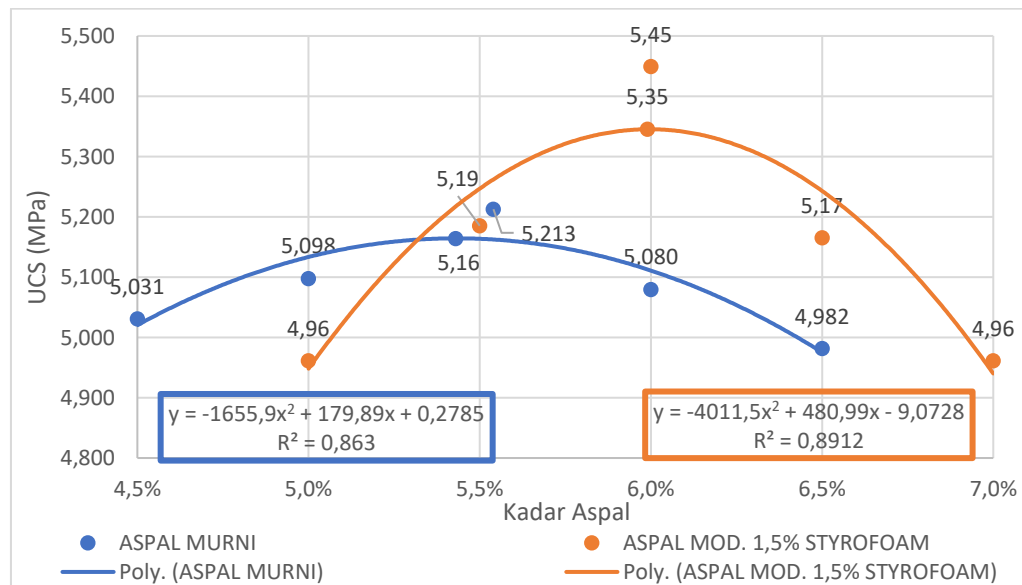
No.	Kode Benda Uji	Dial (kg)	Diameter (mm)	UCS (kg/m ²)	UCS Terkoreksi (MPa)
A	A	B	C	G	H
1.	5(1)	4100	101	512001.8	5.02
2.	5(2)	4000	101	499513.9	4.90
3.	5(3)	4050	101	505757.8	4.96
4.	5.5(1)	4180	101	521992	5.12
5.	5.5(2)	4200	100	535031.8	5.25
6.	5.5(3)	4150	100	528662.4	5.19
7.	6(1)	4425	101.2	550405.3	5.40
8.	6(2)	4350	100	554140.1	5.44
9.	6(3)	4500	101	561953.1	5.51
10.	6.5(1)	4250	101	530733.5	5.21
11.	6.5(2)	4170	101	520743.3	5.11
12.	6.5(3)	4230	101	528236	5.18
13.	7(1)	4000	101	499513.9	4.90
14.	7(2)	4050	101	505757.8	4.96
15.	7(3)	4100	101	512001.8	5.02

Data hasil penelitian kuat tarik tidak langsung dan kuat tekan bebas pada Tabel 2 sampai Tabel 5 didapatkan bahwa hasil pengujian untuk aspal modifikasi memiliki nilai rata-rata yang lebih baik dibandingkan pada pengujian aspal penetrasi 60/70.

Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan hubungan antara kadar aspal dengan nilai kuat tarik tidak langsung dan nilai kuat tekan bebas.



Gambar 6. Grafik *Indirect Tensile Strength* (IDT) hasil dari masing-masing kadar aspal antara aspal modifikasi dan aspal murni



Gambar 7. Grafik *Unconfined Compressive Strength* (UCS) hasil dari masing-masing kadar aspal antara aspal modifikasi dan aspal murni

Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan *styrofoam* pada aspal mendapatkan hasil yang lebih baik dikarenakan aspal menjadi lebih kuat menahan beban tarik dapat dilihat pada Gambar 6 dan lebih kuat menahan beban tekan dapat dilihat pada Gambar 7. Aspal modifikasi *styrofoam* akan menjadi lebih getas dan meningkatkan kekuatan aspal.

SIMPULAN

Penambahan *styrofoam* pada aspal penetrasi 60/70 mengalami penurunan di beberapa pengujian sifat fisik dimana pada uji titik lembek dan titik bakar aspal modifikasi mendapatkan hasil yang lebih kecil, ini disebabkan karena *styrofoam* merupakan jenis *plastomer*. Memang untuk jenis *plastomer* lebih sensitif di suhu panas akan lebih cepat melunak, tetapi pada suhu dingin *plastomer* akan mengeras ini dibuktikan pada uji penetrasi dan daktilitas aspal modifikasi mendapatkan nilai yang lebih kecil yang membuktikan bahwa aspal tersebut getas. Tetapi dalam pengujian ITS dan UCS didapatkan hasil yang baik karena aspal dapat menahan gaya tekan dan gaya tarik lebih baik dari aspal murni. Hasil optimum pengujian ITS didapatkan hasil 653,74 kPa sedangkan aspal murni mendapatkan nilai tertinggi pada angka 576,88 kPa yang berarti mengalami kenaikan 11,76%. Hasil pengujian UCS juga mendapatkan hasil optimum untuk aspal modifikasi sebesar 5,35 MPa dan untuk aspal murni 5,16 MPa dimana aspal modifikasi mendapatkan kenaikan sebesar 3,55% dibanding aspal penetrasi 60/70 murni. Tetapi aspal modifikasi memiliki kekurangan dimana aspal modifikasi *styrofoam* memiliki nilai titik lembek dan titik bakar yang lebih kecil ini dikarenakan *styrofoam* merupakan *thermoplastic* yang sensitif terhadap suhu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang selalu memberi dukungan hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- American Standard Testing Material, 2002, “ASTM D1074-02 : Standard Test Method for Compressive Strength of Bituminous Mixtures”.
- American Standard Testing Material, 2012, “ASTM D6931-12 : Standard Test Method for Indirect Tensile (IDT) Strength of Bituminous Mixtures”.
- Ariefky, D., 2017, “Pengaruh Penambahan *Styrofoam* Pada Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base) Terhadap Karakteristik Marshall”, Universitas Andalas.
- Putri E. E. & Syamsuwirman S., 2016, Tinjauan Substitusi *Styrofoam* Pada Aspal Pen. 60/70 Terhadap Kinerja Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). *Jurnal Teknik Sipil*.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, “SNI 2456-2011 : Cara uji penetrasi aspal”.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, “SNI 2434-2011 : Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (ring and ball)”.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, “SNI 2433-2011 : Cara uji titik nyala dan titik bakar aspal dengan alat cleveland open cup”.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, “SNI 2441-2011 : Cara uji berat jenis aspal keras”.
- Standar Nasional Indonesia, 2011, “SNI 2432-2011 : Cara Uji Daktilitas Aspal”.