



**PEKAN ILMIAH FISIKA XIX 2106  
HIMPUNAN MAHASISWA FISIKA  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

---

HIMA FISIKA UNY, GELANGGANG ORMAWA FMIPA UNY KAMPUS KARANGMALANG YOGYAKARTA 55286

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL  
FISIKA DAN PENDIDIKAN FISIKA  
2016**

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

**Prosiding  
Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika 2016  
Optimalisasi Peran Fisika dan Pendidikan Fisika dalam Teknologi Melalui Pengembangan  
Riset Guna Meningkatkan Daya Saing Global di Era MEA.  
Yogyakarta 8 Oktober 2016**

**ISBN : 978-602-74529-1-6**

**Reviewer :  
Dr. Insih Wilujeng, M.Pd  
R. Yosi Aprian Sari, M.Si**

**Editor :  
Novi Yoviyanti  
Adi Wicaksono  
Martha Agil**

**Desain Cover :  
Andrew David Subally**

**Penerbit :  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Jl. Colombo, Karangmalang, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 58618, Fax. (0274)548203  
Website: <http://www.uny.ac.id>**

**Cetakan pertama, Oktober 2016  
Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan  
dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika dapat diterbitkan. Seminar dengan tema “Optimalisasi Peran Fisika dan Pendidikan Fisika dalam Teknologi Melalui Pengembangan Riset Guna Meningkatkan Daya Saing Global di Era MEA” telah dilaksanakan pada tanggal 8 Oktober 2016 di Ruang Seminar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY. Acara ini merupakan serangkaian dari Pekan Ilmiah Fisika XIX (PIF XIX) bekerja sama dengan Jurusan Pendidikan Fisika UNY yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan alam Universitas Yogyakarta.

Seminar ini diselenggarakan sebagai media sosialisasi hasil penelitian di bidang fisika. Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika dijadikan sebagai media tukar menukar informasi dan pengalaman, ajang diskusi ilmiah, peningkatan kemitraan di antara peneliti dengan praktisi, mempertajam visi pembuat kebijakan dan pengambil keputusan, serta peningkatan kesadaran kolektif terhadap pentingnya aplikasi ilmu fisika dalam bidang teknologi.

Prosiding ini memuat karya tulis dari berbagai hasil penelitian, yang terdiri dari makalah utama dan makalah dari peserta pemakalah.. Makalah-makalah tersebut berasal dari berbagai peneliti instansi pemerintah maupun swasta di Indonesia.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat digunakan sebagai data sekunder dalam pengembangan penelitian di masa akan datang, serta dijadikan bahan acuan dalam pengaplikasian ilmu fisika di bidang kebencanaan. Buku prosiding ini masih membutuhkan kritika dan saran serta masukan dari berbagai pihak guna penyempurnaan lebih lanjut. Akhir kata kepada semua pihak yang telah membantu, kami mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 27 September 2016

Panitia PIF XIX

## **SAMBUTAN KETUA PANITIA**

Puji dan syukur senantiasa kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas ridho, hidayah serta inayahNya kami bisa menyelesaikan penyusunan prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika HIMAFI UNY 2016 dengan tema "Optimalisasi Peran Fisika dan Pendidikan Fisika dalam Teknologi Melalui Pengembangan Riset Guna Meningkatkan Daya Saing Global di Era MEA".

Seminar Nasional ini merupakan salah satu rangkaian acara Pekan Ilmiah Fisika XIX UNY 2016 yang merupakan kegiatan rutin tahunan dari Himpunan Mahasiswa Fisika Universitas Negeri Yogyakarta, yang juga berisi agenda lain berupa Liga Fisika SMP dan SMA tingkat Nasional, dan Lomba Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa.

Prosiding ini disusun dari kumpulan presentasi pada Seminar Nasional tersebut yang terdiri dari dua pembicara utama yaitu Dr. Muhammad Dimiyati (Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti), dan Ir. Ananto Kusuma Setu, M.Sc., Ph.D (Staff Ahli Bidang Inovasi dan Daya Saing Kemendikbud) dan juga terdiri dari beberapa makalah dari pemakalah yang di presentasikan dalam seminar paralel, dengan rincian judul yang akan terlampir dalam daftar isi.

Akhir kata kami sampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya atas kerja sama dari semua pihak yang berperan dalam penyelenggaraan Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika HIMAFI UNY 2016 dan prosiding ini. Dan semoga peserta seminar bisa mendapatkan manfaat yang besar dari kegiatan ini sehingga mampu mewujudkan atmosfer riset yang baik dan budaya riset yang kokoh, berkelanjutan, dan berkualitas sesuai dengan perkembangan Ilmu dan Teknologi.

Yogyakarta, 27 September 2016

Mukhamad Ikrom Arif

## DAFTAR ISI

Halaman	
Judul.....	ii
Lembar Editor.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Sambutan Ketua Panitia.....	v
Daftar	
Isi.....	vi

### MAKALAH UTAMA

Reformasi Pendidikan Fisika untuk Menghasilkan Inovator Berdaya Saing Global.....	1
---	---

### MAKALAH PARALEL

Efektivitas Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) terhadap Prestasi Belajar Fisika Kelas X MA Ibnul Qoyyim Putri pada Materi Listrik Dinamis.....	2
Integrated Assessment sebagai Landasan Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Smk pada Materi Gerak Lurus.....	8
Kesadaran ICT dalam Pengembangan sumber belajar Fisika dalam Mengatasi Problem Solving .....	16
Metode Pelatihan dan Pembinaan Olimpiade Fisika Terapan Bagi Guru - Guru Fisika SMK.....	21
Model Jigsaw dalam Pembelajaran Fisika.....	26
Pelatihan dan Pemahaman Konsep Optika Fisis dan Pembuatan Alat Praktikum Difraksi dan Interferensi Bagi Guru-Guru Fisika Tingkat SMA.....	30
Pengembangan Instrumen Tes Uraian Fisika Sma/Ma Berbasis Taksonomi Bloom Terevisi .....	34
Pengembangan Massive Open Online Course (Moocs) untuk Mahasiswa Pendidikan Fisika.....	40
Penggunaan Magnet Neodymium sebagai Alat Bantu Demonstrasi Fenomena Listrik Magnet.....	46

Peranan Praktikum Ipa sebagai Upaya Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Guru SD Bidang Ilmu dengan Media Sederhana.....	51
Perbedaan Strategi Pembelajaran Kontekstual dan Strategi Pembelajaran Ekspositori terhadap Rasa Ingin Tahu dan Kemampuan Kognitif Siswa Kelas X MAN Wonokromo Pokok Bahasan Fluida Statis.....	56
Rancang Bangun Konten E-Sabak untuk Pengembangan Karakter Siaga Bencana Berkonteks Ancaman Bencana di Sulawesi Tengah.....	62
Reciprocal Teaching dalam Pembelajaran Fisika.....	67
Upaya Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMAN 1 Piyungan dengan Model Problem Based Learning Berbasis Pendekatan Andragogi pada Materi Alat Optik Semester Genap Tahun Pelajaran 2015/2016.....	73
Upaya Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Discovery Learning Pada Pokok Bahasan Fluida kelas XI IPA 1 SMAN 3 Kuala Tungkal.....	84
Upaya Meningkatkan Prestasi Belajar Fisika Dengan Menerapkan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Guide Note Taking Pada Siswa Kelas XI Ipa Sman 6 Madiun.....	97
Analisis Hujan Ekstrem Menggunakan Model WRF-ARW.....	105
Analisis Kondisi Muka Laut dan Atmosfer Saat Hujan Deras di Purworejo Tanggal 18 Juni 2016.....	115
Analisis Korelasi Angin Zonal-Meridional Luaran Model Dinamik dan Data Equatorial Atmosphere Radar (EAR) di Kototabang-Sumatera Barat.....	122
Analisis Persamaan Kontinuitas Pada Aliran Kondensat Untuk Menentukan Kebutuhan Daya Pompa Transfer Kondensat Di Pt. Pertamina Ep Asset 2.....	129
Analisis Propagasi Gelombang Radio Hf Di Wilayah Penangkapan Ikan Sadeng Yogyakarta.....	137
Analisis Spektrokimia Unsur-Unsur Ringan dengan Teknik Ablasi Laser.....	149
Analisis Suhu Bola Basah dan Selisih Tekanan Udara untuk Memprediksi Kemunculan Awan Cumulonimbus di Stasiun Meteorologi Maritim Semarang.....	155
Efek Paparan Radiasi Gamma dan Pemberian Ekstrak Temulawak (Curcuma xanthorrhiza) terhadap Kerusakan Sel Hepar Mencit (Mus musculus).....	161
Fabrikasi Lapisan Antirefleksi Berbasis Bahan Polimer Polystyrene(PS) Pada Kaca Indium Tin Oxide (ITO).....	167

Pengukuran Nilai Resistivitas Plat Tipis Cu-Ni Hasil Elektroplating Variasi Konsentrasi Larutan Dan Jarak Katoda Sebagai Sensor Suhu Rendah Berbasis Resistance Temperature Detector (Rtd).....	172
Light-Weight Telescope Utilized Fiber-Optic for Wide-Band Atmospheric Spectrographic Observation Using the Sun Light.....	181
Pengaruh Penambahan 20 % Berat Fly Ash Terhadap Sifat Fisis Keramik Tradisional Berbasis Mineral Lempung dengan Suhu Penyinteran 1100 Oc.....	184
Pembuatan Karbon Aktif Berbasis Kulit Singkong sebagai Material Penyerap Radar.....	196
Penentuan Kecepatan Sumber Bunyi Bergerak Melingkar dengan Menganalisis Frekuensi Efek Doppler Berbantuan Software Overtone.....	202
Pengembangan Eksperimen Superposisi Gelombang Bunyi Bonang Barung secara Simultan dan Mixing Berbantuan Audacity.....	207
Pola Diurnal Curah Hujan Di Jawa Dan Bali pada Episode Enso Dan Iod Netra...213	
Rancang Bangun Furnace Suhu Tinggi Sebagai Salah Satu Sistem Pyrolisis.....	220
Research on Asymmetrical Long-Term Solar Sunspot Phenomena at LAPAN Watukosek.....	225
Surface Plasmon Resonance (SPR) dengan Konfigurasi Kretschmann pada Lapisan Tipis Nanopartikel Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	229
Teleskop Refraktor.....	235
Uji Alat Brakhiterapi Ir-192 Guna Meningkatkan Kualitas Fisikawan Medis dalam Menghadapi Era Mea.....	244
Pengukuran Massa Dan Jari-Jari Bintang Pada Sistem Bintang Ganda.....	245
Pengaruh Karet Alam Siklik Dan Abu Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Nilai Densitas Aspal Modifikasi.....	265



## PENGARUH KARET ALAM SIKLIK DAN ABU CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP NILAI DENSITAS ASPAL MODIFIKASI

WINSYAHPUTRA RITONGA<sup>1</sup>, M. ASWIN RANGKUTI, IRFANDI, NILA YOSEFA RITONGA

*Jurusan Fisika,*

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan*

*Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan 20221*

*winsyahputra@gmail.com*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai densitas aspal modifikasi dengan pemanfaatan karet alam siklik (*cyclic natural rubber/CNR*) dan abu cangkang kelapa sawit. Pembuatan aspal modifikasi dilakukan dengan menyampur aspal murni dengan CNR. Terhadap aspal modifikasi dilakukan pengujian persyaratan fisik aspal dan diperoleh data bahwa keseluruhan aspal modifikasi memenuhi persyaratan fisik aspal. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji dengan menyampurkan aspal modifikasi, agregat dan abu cangkang kelapa sawit pada kadar aspal optimum 6 %. Terhadap benda uji dilakukan pengujian marshall untuk mengetahui nilai densitas aspal. Diperoleh nilai densitas sampel 1 sebesar 2,227 g/ml, sampel 2 sebesar 2,248 g/ml, sampel 3 sebesar 2,257 g/ml, sampel 4 sebesar 2,261 g/ml dan sampel 5 sebesar 2,277 g/ml. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa CNR dan abu cangkang kelapa sawit bisa dijadikan sebagai bahan memodifikasi aspal serta dapat meningkatkan nilai densitas aspal. Peningkatan nilai densitas aspal berarti terjadi peningkatan kualitas jalan raya.

**Kata kunci :** *Aspal Modifikasi, CNR, Abu Cangkang Kelapa Sawit, Densitas*



## 1. Pendahuluan

Hasil pengujian marshall aspal yang berpengaruh terhadap kualitas aspal dan campurannya meliputi stabilitas, densitas, flow, VIM dan VFA (Sukirman, 2012)<sup>[1]</sup>. Densitas merupakan nilai berat volume untuk menunjukkan kepadatan dari campuran beton aspal. Densitas secara spesifik menunjukkan perbandingan berat aspal dengan berat air pada volume yang sama pada suhu ruang. Semakin besar nilai berat jenis aspal, maka semakin kecil kandungan mineral minyak dan partikel lain di dalam aspal. Disisi lainnya semakin besar nilai berat jenis aspal, berdampak pada semakin baik kualitas aspalnya (Sukirman, 2003)<sup>[2]</sup>.

Nilai densitas aspal sangat tergantung kepada kualitas aspal. Aspal merupakan bahan pengikat (*matriks*) yang menyatukan semua agregat dalam pembuatan jalan raya. Sukirman (2012)<sup>[1]</sup> menyatakan aspal digunakan sebagai material dalam perkerasan jalan berfungsi sebagai 1) bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara sesama aspal; dan 2) bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dalam pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri. Berdasarkan fungsi diatas terlihat bahwa aspal memiliki peranan yang sangat penting

berkaitan dengan kualitas aspal. Kualitas aspal yang baik berpotensi akan meningkatkan kualitas jalan raya dan demikian juga sebaliknya.

Berbagai penelitian tentang densitas aspal telah dilakukan oleh berbagai pihak. Sukmana, dkk (2014)<sup>[3]</sup> telah melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan aspal untuk lapis tipis dengan menggunakan aspal yang telah tersedia di Indonesia yaitu: aspal retonablend 55 dan aspal penetrasi biasa (Pen.60/70). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa densitas mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal, sampai pada kondisi kadar optimum aspal. Ritonga W, dkk (2013)<sup>[4]</sup> juga telah melakukan penelitian tentang modifikasi aspal berbahan karet alam siklik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karet alam siklik mengakibatkan nilai *densitas* aspal semakin berkurang. Berkurangnya nilai densitas ini berdampak pada semakin kurang berkualitas aspalnya.

Berkurangnya nilai densitas aspal disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: (1) Campuran aspal dan agregatnya belum mencapai kepadatan maksimum, (2) temperatur dan energi pemadatan yang belum maksimum, (3) komposisi bahan penyusun yang belum optimum, dan (4)



kadar filler (bahan pengisi) yang belum optimum.

Material baru yang memungkinkan dicoba sebagai bahan pengisi untuk modifikasi aspal adalah abu cangkang kelapa sawit. Abu cangkang kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) karena memiliki kandungan silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang merupakan salah satu unsur kimia terbesar yang terkandung dalam semen *portland*, sehingga dengan unsur ini akan lebih memungkinkan didapatkannya campuran beraspal yang lebih kuat terutama untuk lapisan *asphalt concrete wearing course*.

Campuran aspal, agregat dan abu cangkang kelapa sawit akan semakin baik ikatannya jika ditambah bahan pengikat lain. Bahan pengikat yang mungkin dijadikan sebagai perekat adalah karet alam siklik (*cyclic natural rubber*). Sifat karet alam siklik berbeda dengan karet alam asalnya. Kelebihan karet alam siklik diantaranya adalah tahan terhadap daya gosok dan mempunyai daya rekat yang lebih baik. Penggunaan utama karet alam siklik adalah sebagai bahan baku pembuatan cat, pelapis dan perekat (Chusna, 2002)<sup>[5]</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit terhadap densitas aspal modifikasi yang

secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap kualitas jalan raya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *penetration test*, termometer, pengatur waktu, bak perendam (*water bath*), cincin (terbuat dari bahan kuningan), bola baja, sumber pemanas (*heater*), cetakan daktilitas kuningan, mesin uji daktilitas, piknometer, bejana gelas, pengatur suhu, neraca analitik, *oven*, *mixer*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah aspal pen 80-100, karet alam siklik, asam akrilat, BPO dan abu cangkang kelapa sawit

Tahapan pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan pengujian sifat fisik aspal terhadap aspal murni. Selanjutnya dilakukan pembuatan aspal modifikasi. Aspal modifikasi dirancang dengan mencampur aspal pen 80-100, asam akrilat dan benzoil peroksida ke dalam beaker, dipanaskan selama 30 menit pada suhu  $90^\circ\text{C}$ , dan 180 rpm sampai meleleh. Perlakuan yang sama juga dilakukan dengan variasi Aspal dengan karet alam siklik dimana perbandingan masing-masing komposisi sampel sebagai berikut:

**Tabel 1.** Komposisi Campuran Sampel Penelitian

Sampel	Aspalt		Karet Alam Siklik		Asam Akrilat		BPO	
	gr	phr	gr	phr	ml	phr	gr	mr
1	2000	100	0	0	0	0	0	0
2	2000	100	20	1	5	0,25	0,336	0,05
3	2000	100	40	2	5	0,25	0,336	0,05
4	2000	100	60	3	5	0,25	0,336	0,05
5	2000	100	80	4	5	0,25	0,336	0,05

Setelah diperoleh aspal modifikasi, selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik sifat fisik aspal sesuai dengan SNI (Departemen Pekerjaan Umum, 2005)<sup>[6]</sup>. Pengujian terhadap sampel dilakukan dalam bentuk pengujian sifat fisik aspal yang meliputi uji penetrasi, uji titik lembek, dan uji berat jenis dari aspal yang telah termodifikasi menurut SNI.

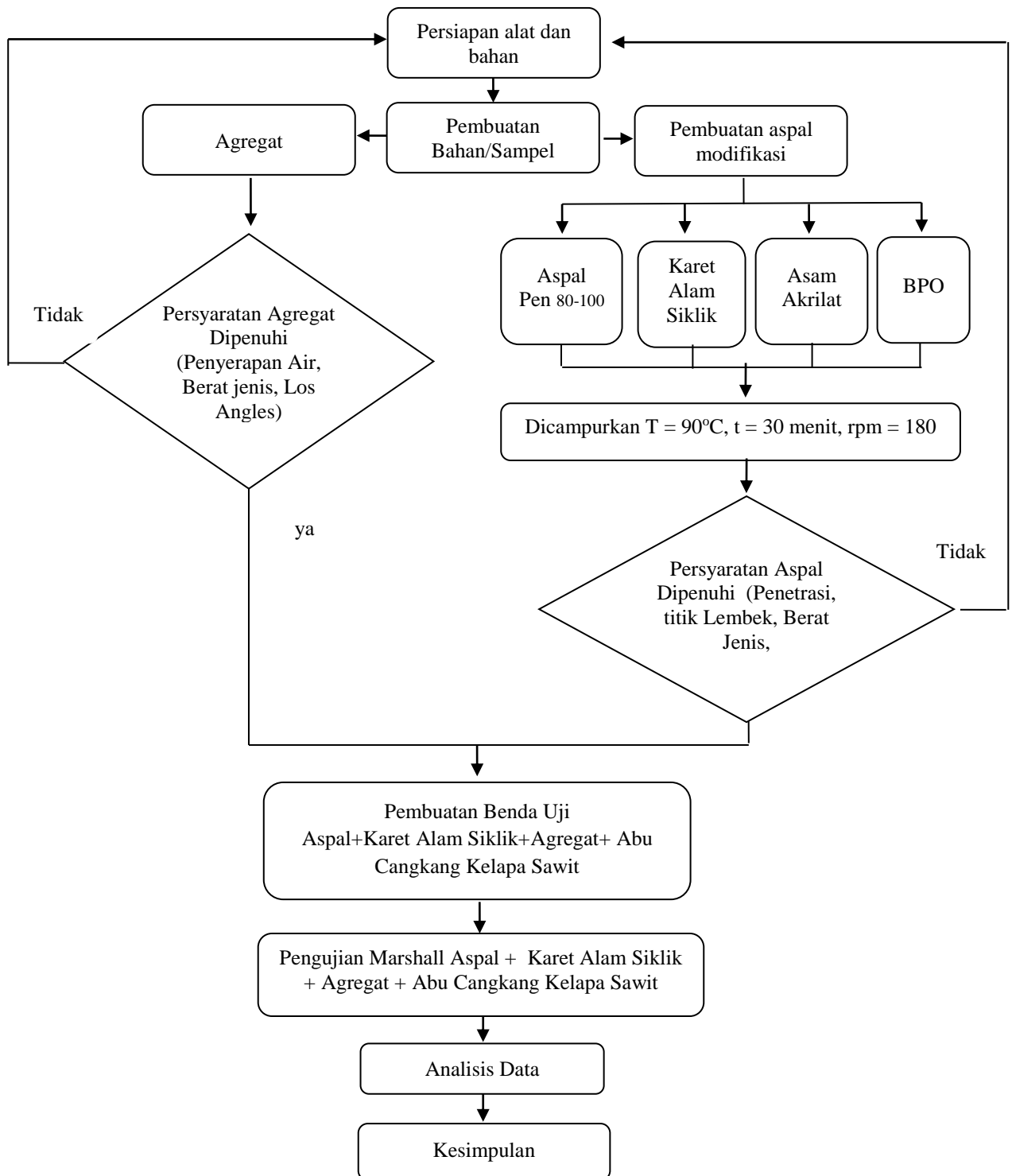
Selanjutnya akan dilakukan pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan dengan menyampurkan agregat dan abu cangkang kelapa sawit dengan aspal modifikasi. Kadar aspal optimum yang digunakan 6%. Benda uji yang dibuat sebanyak 5 benda uji yang mewakili setiap sampel aspal modifikasi. Komposisi campuran agregat dan abu cangkang kelapa sawit sebagai berikut:

**Tabel 2.** Komposisi Campuran Benda Uji Aspal dan Agregatnya

Sampel	Agregat Kasar + Agregat Halus (Kg)	Abu Cangkang Kelapa Sawit (1 %)
1	1,2	1,0
2	1,2	1,0
3	1,2	1,0
4	1,2	1,0
5	1,2	1,0

Setelah pembuatan benda selesai dilakukan, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian marshall benda uji. Pengujian marshall benda dilakukan untuk

mengetahui nilai densitas aspal modifikasi. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tahapan pertama pada penelitian peniltian ini adalah melakukan pengujian persyaratan fisik aspal terhadap aspal murni yaitu aspal tipe shell pen 80-100 (sampel 1).

Pengujian persyaratan fisik aspal meliputi uji penetrasi, uji titik lembek, da uji berat jenis dari aspal yang telah termodifikasi menurut SNI. Hasil pengujian persyaratan fisik aspal muni adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Persyaratan Fisik Aspal Murni (sampel 1)

No	Jenis Pengujian	Sampel 1	SNI	Ket
1	Penetrasi (mm)	98,50	80-99	Memenuhi
2	Titik lembek aspal ( $^{\circ}$ C),	44,50	40-55	Memenuhi
3	Berat Jenis Aspal	1,03	Min 1,0	Memenuhi

Tahapan penelitian selanjutnya melakukan pembuatan aspal modifikasi. Aspal modifikasi dirancang dengan menambahkan karet alam siklik kedalam aspal murni. Setelah pembuatan aspal modifikasi selesai, dilakukan pengujian persyaratan fisik aspal terhadap aspal modifikasi. Pengujian persyaratan fisik aspal meliputi uji penetrasi, uji titik lembek, dan uji berat jenis dari aspal yang telah termodifikasi menurut SNI.

alam siklik pada aspal menggunakan *compatibilizer* asam akrilat dan benzoil peroksida memberikan pengaruh terhadap sifat fisik aspal. Penambahan karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit menurunkan nilai densitas aspal dari sebelumnya. Dikarenakan nilai penetrasi menurun sehingga persyaratan sifat fisik aspal disesuaikan dengan SNI Pen 80/100. Hasil pengujian persyaratan fisik aspal modifikasi adalah sebagai berikut:

Data penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karet

**Tabel 3.** Persyaratan Fisik Aspal Modifikasi

No	Jenis Pengujian	Sampel			
		2	3	4	5
1	Penetrasi (mm)	155,40	138,90	121,80	110,90
2	Titik lembek aspal ( $^{\circ}$ C),	43,50	42,50	41,50	40,00
3	Berat Jenis Aspal	1,0435	1,0375	1,0259	1,0000



Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa penambahan konsentrasi karet alam siklik pada aspal modifikasi berdampak pada semakin rendahnya nilai penetrasi aspal. Penetrasi aspal merupakan tingkat kekerasan aspal yang dimaksudkan masuknya jarum penetrasi ukuran tertentu beban tertentu dan waktu tertentu kedalam aspal pada suhu tertentu. Jarum penetrasi yang digunakan berdiameter 1 mm dan beban 50 gr. Berat jarum dengan beban menjadi 100 gram. Pengujian dilakukan pada suhu 25<sup>o</sup>C. Semakin tinggi nilai penetrasi, maka semakin lembek aspal dan sebaliknya. Penambahan karet alam siklik pada aspal mengakibatkan nilai penetrasi aspal menjadi semakin kecil yang berarti aspal menjadi lebih keras. Pengerasan aspal ini dimungkinkan karena menguatnya ikatan antar partikel aspal yang diakibatkan fungsi karet alam siklik yang dapat merekatkan ikatan antar partikel. Keadaan ini juga sesuai dengan pernyataan Palupi NP, dkk, (2008)<sup>[7]</sup> yang menyatakan bahwa karet alam siklik dapat berfungsi sebagai resin yang dapat menjadi perekat dalam campuran bahan.

Penambahan konsentrasi karet alam siklik juga berdampak pada penurunan nilai titik lembek aspal modifikasi. Penurunan nilai titik lembek berarti aspal semakin lembek dan sebaliknya. Hasil pengujian titik lembek menunjukkan bahwa aspal menjadi lebih lembek. Penambahan konsentrasi karet alam siklik juga berpengaruh terhadap nilai berat jenis aspal modifikasi. Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa berat jenis aspal modifikasi semakin kecil. Tetapi penambahan karet alam siklik masih memenuhi pesyaratan fisik aspal. Dengan demikian karet alam siklik dapat digunakan sebagai bahan campuran aspal.

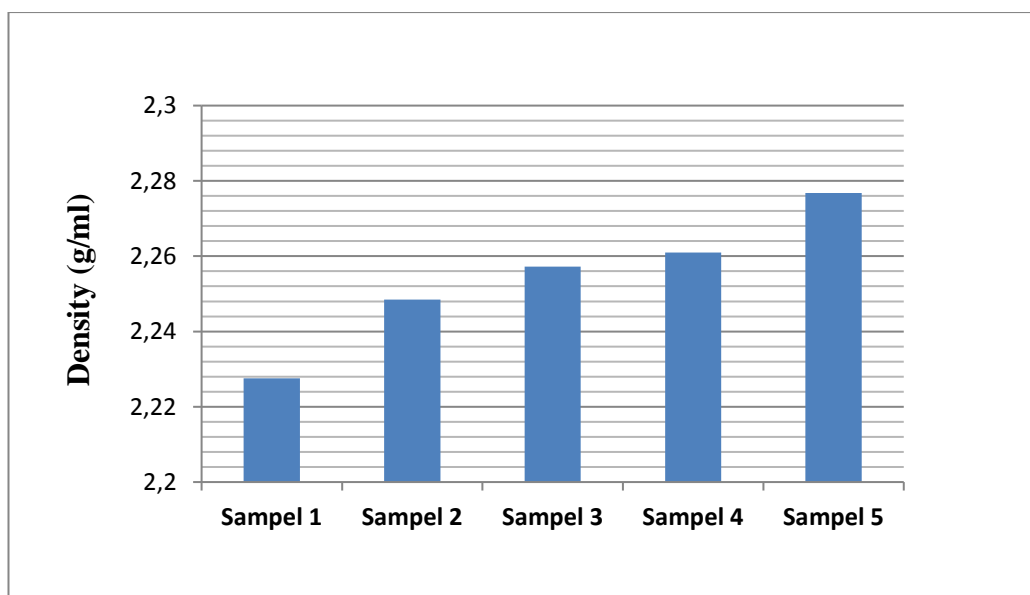
Tahapan selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Benda uji yang digunakan sebanyak 5 benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan dengan menyampurkan pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar), abu cangkang kelapa sawit dengan aspal modifikasi. Setelah pembuatan benda uji selesai dilakukan, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian marshall. Pengujian marshall dilakukan untuk melihat nilai densitas aspal modifikasi sebagai berikut:



Tabel 4. Hasil Pengujian Densitas Aspal Modifikasi

No	Sampel	Densitas (gr/ml)	SNI
1	Sampel 1	2,227	Min 2,00
2	Sampel 2	2,248	Min 2,00
3	Sampel 3	2,257	Min 2,00
4	Sampel 4	2,261	Min 2,00
5	Sampel 5	2,277	Min 2,00

Berdasarkan data dapat dilihat bahwa penambahan karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit berpengaruh terhadap nilai densitas aspal modifikasi. dengan penambahan Semakin besar konsentrasi karet alam siklik yang diberikan dan konsentrasi abu cangkang kelapa sawit tetap 1% pada campuran aspal dan agregatnya berdampak pada semakin besarnya nilai densitas aspal. Nilai densitas sampel 1 (aspal murni) adalah stabilitas 2,227 gr/ml, sedangkan penambahan karet alam siklik 4 phr (sampel 5) memiliki nilai densitas 2,277 gr/ml. Keseluruhan sampel memenuhi standar nilai densitas aspal yaitu minimal 2,00 gr/ml. Hubungan antara penambahan karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit terhadap nilai densitas aspal modifikasi dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2.** Hubungan antara penambahan karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit terhadap nilai densitas



Data penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit menyebabkan nilai densitas aspal semakin besar. Berdasarkan standar aspal modifikasi, nilai densitas yang tinggi menunjukkan semakin baiknya ketahanan aspal terhadap beban. Ketahanan terhadap beban ini merupakan wujud kekuatan aspal. meningkatnya kekuatan aspal kemungkinan disebabkan oleh kohesi (ikatan) antara aspal dengan agregat yang semakin baik jika ditambahkan karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit. Hal ini mungkin terjadi karena sifat abu cangkang kelapa sawit memiliki kandungan silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang merupakan salah satu unsur kimia terbesar yang terkandung dalam semen *portland*, sehingga dengan unsur ini akan lebih memungkinkan didapatkannya campuran beraspal yang lebih kuat terutama untuk lapisan *asphalt concrete wearing course*.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Sidiq, dkk (2013) [8] dimana Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kerosin berfungsi sebagai *agent* atau bahan pembasah yang akan menurunkan densitas dari bitumen, sehingga bitumen menjadi lebih mudah

terlepas. Selain itu, penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Ritonga, dkk (2013) [4] dimana aspal modifikasi dengan pemanfaatan karet alam siklik memiliki nilai densitas yang semakin menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan semakin komposisi bahan penyusun, kadar filler, energi pemadatan dan kadar aspal.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada analisis kualitas menurut SNI, aspal shell penetrasi 80-100 setelah dimodifikasi dengan karet alam siklik dinyatakan layak untuk digunakan.
2. Data pengujian marshall menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi karet alam siklik dan abu cangkang kelapa sawit pada aspal dapat meningkatkan nilai densitas aspal modifikasi. Berdasarkan standar aspal modifikasi, nilai densitas yang tinggi menunjukkan semakin baiknya ketahanan aspal terhadap beban





### Ucapan terima kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Ditjen DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui skema penelitian hibah bersaing Tahun Anggaran 2016.

### DaftarPustaka

- [1] Sukirman, S. 2012. *Beton Aspal Campuran Panas*. Edisi Kedua, Bandung, Itenas.
- [2] Sukirman, Silvia. 2003. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova
- [3] Sukmana Salvatore, Setyawan Ary, Djumari. 2014. *Sifat-Sifat Marshall Pada Lapis Tipis Campuran Aspal Panas Dengan Penggunaan Retona Blend55*. Jurnal Matriks Teknik Sipil. 12:739-747
- [4] Ritonga Winsyahputra, Wiryosentono B, Nasruddin, 2013, *Modifikasi Aspal Menggunakan Karet Alam Siklik (Cyclic Natural Rubber)*, Thesis, Universitas Sumatera Utara.
- [5] Chusna SF, 2002, *Kajian Pembuatan Karet Siklo Berbobot Molekul Rendah*, Tesis S-2 Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, 2005, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*, Jakarta
- [7] Palupi NP, Sailah I, Syamsu Y, Pandji C, 2008, *Karakterisasi Perekat Siklo Karet Alam*, Jurnal Teknologi Pertanian 4(1) : 19-24, Agustus 2008
- [8] Sidiq Mochamad, Rachmadani Surya, Altway Ali, Nurkhamidah Siti. 2013. *Studi Proses Pemisahan Bitumen Dari Asbuton Dengan Proses Hot Water Menggunakan Bahan Pelarut Kerosin Dan Larutan Surfaktan*. Jurnal Teknik Pomitis 2 (1) : 1-3

