

LAPORAN TUGAS AKHIR
PEMBUATAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER BERADITIF
TRANS-POLIOKTENAMER (PERHITUNGAN RENDEMEN
DAN UJI TITIK LEMBEK)
DI PUSAT PENELITIAN KARET
(Agustus 2018 – Mei 2019)



OLEH:

ZAHRA AIDA ANGGIANA

1515038

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
2019

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

PEMBUATAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER BERADITIF *TRANS-*
POLIOKTENAMER (PERHITUNGAN RENDEMEN DAN UJI TITIK
LEMBEK).

Disusun Oleh :

Nama : Zahra Aida Anggiana


NIM : 1515038

Program Studi : Teknik Kimia Polimer


Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian
akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Mei 2019

Menyetujui
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer


Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing


Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

LEMBAR PENGESAIAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR :

**PEMBUATAN ASPAL MODIFIKASI POLIMER BERADITIF TRANS-
POLIOKTANAMER (PERHITUNGAN RENDEMEN DAN UJI TITIK
LEMBEK)**

DISUSUN OLEH :

NAMA : ZAHRA AIDA ANGGIANA

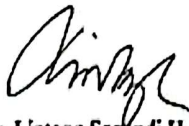
NIM : 1515038

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik
Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Rabu, 3 Juli 2019.

Jakarta, Juli 2019

Penguji,



Dr. Ir. Lintang Sopandi II, M.Chc
NIP. 195803221986031002

Penguji,



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 1956091019432002

Penguji,



Syaiful Ahsan, S.T., M.T
NIP. 198407162014021001

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmarharso, MBA
NIP. 195405231980031004



PUSAT PENELITIAN KARET

Indonesian Rubber Research Institute

Jl. Selak No. 1 Bogor 16151 Indonesia | Phone : (0251) 8319817 - 8312722 | Fax : (0251) 8324547
Email : ppkbogor@pusatkaret.co.id; ppkbogor@gmail.com | web : www.pusatkaret.co.id

Bogor, 31 Juli 2018

Nomor : 0543/PPK-Um/VII/2018
Lampiran : 1(satu) lembar
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada Yth.
Direktur I
Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Jl. Letjen Suprpto No. 26
Cempaka Putih, Jakarta
Kode Pos 10510

Sehubungan dengan Surat Saudara No 075/SJ-IND 7 2VII/2018, tanggal 29 Juni 2018 perihal tersebut di atas, maka kami sampaikan bahwa kami dapat memberikan ijin kepada Mahasiswa yang bernama :

No	Nama	NIM
1	Tiara Ramadhanti Santoso	1515045
2	Zahra Aida Anggiana	1515038

Mahasiswa tersebut akan ditempatkan di bawah bimbingan Ibu Santi Puspitasari, M.Si (Peneliti). Selanjutnya kepada Mahasiswa yang bersangkutan mohon segera menghubungi Penanggung Jawab Administrasi Kepegawaian untuk penjelasan lebih lanjut berkaitan dengan ketentuan yang berlaku di Pusat Penelitian Karet.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.

PUSAT PENELITIAN KARET
Pimpinan Harian,

Arief Ramadhan, M.Si
Kepala Urusan TOP

Salah Penelitian (Research Centre):

- **SALAH PENELITIAN SUNGAI PUTEH (Sungai Putih Research Centre)**
Sungai Putih - Cawang Sumatera Utara P O Box 1415 Medan 20061 | Phone (061) 7700040, Fax (061) 7700044 | e-mail : balitup@indosat.net.id, www.balitup.com
- **SALAH PENELITIAN SIKOLAWA (Sukolawa Research Centre)**
Jl. Raya Palembang 0 Kelak Km 21, PD Kot. 1127 Palembang 30001, Sumatera Selatan | Phone : (0711) 7434493, 7434448, Fax : (0711) 7434988
e-mail : balisuk@indosat.net.id, www.balisuk.com
- **SALAH PENELITIAN CEMAS (Cemas Research Centre)**
Jl. Pahlawan Km 6, Sukoharjo 504, Salatiga Jawa Tengah | Phone (0210) 322504, Fax : (0210) 823076 | e-mail : rubbing@indosat.net.id

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Zahra Aida Anggiana
 NIM : 1515038
 Judul TA Penelitian : Pembuatan Aspal Modifikasi Polimer Beraditif Trans-Polioktenamer (Perhitungan Rendemen dan Uji Titik Lembek)
 Pembimbing : Ir. Roosmarharso, MBA

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
19 Jan 2019	I	Perbaikan Latar belakang	pe
21 Feb 2019	I & II	Perbaikan Latar belakang, Rumusan Masalah, Daftar pustaka	pe
20 Mar 2019	II	Perbaikan Tinjauan pustaka	pe
29 Mar 2019	III	Metode penelitian	pe
12 April 2019	III	Perbaikan metode penelitian	pe
26 April 2019	III & IV	Perbaikan Metode penelitian & Pembahasan	pe
08 Mei 2019	IV & V	Perbaikan Pembahasan dan Kesimpulan	pe
16 Mei 2019	Bab IV	Revisi pembahasan	pe
21 Mei 2019	IV, V & I	Perbaikan Pembahasan, Kesimpulan & Latar belakang	pe
23 Mei 2019	I & Abstrak	Perbaikan Kesimpulan & Abstrak	pe
24 Mei 2019	PPT	Perbaikan presentasi power point	pe

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer

Pembimbing



Ir. Roosmarharso, MBA
 NIP. 195405231980031004



Ir. Roosmarharso, MBA
 NIP. 195405231980031004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Zahra Aida Anggiana

NIM : 1515038

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil Tugas Akhir yang saya buat dengan judul Pembuatan Aspal Modifikasi Polimer Beraditif *Trans*-polioktenamer (Perhitungan Rendemen dan Uji Titik Lembek) :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian saya ini dibatalkan.

Jakarta, Mei 2019



Zahra Aida Anggiana

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir ini. Adapun maksud dan tujuan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat tersusun. Ucapan terima kasih penulis sampaikan terutama kepada :

1. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
2. Bapak Ir. Roosmariharso, M.B.A, selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dan selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Pembuatan Aspal Modifikasi Polimer
3. Bapak Arief Ramadhan, S.Tp, M.Si, selaku Pembimbing lapangan I
4. Ibu Santi Puspitasari, M.Si, selaku Pembimbing lapangan II
5. Ibu Woro Andriani, bapak Aos, bapak Winda, bapak Zaenal dan para staf yang telah berkontribusi selama praktik di Pusat Penelitian Karet Bogor
6. Kedua Orang tua dan keluarga, yang selalu mendoakan dan mendukung
7. Recky Pahlevi dan para sahabat yang selalu mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini
8. Teman-teman Teknik Kimia Polimer angkatan 2015, selaku teman seperjuangan

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan lainnya.

Jakarta, 22 Mei 2019

Penulis

ABSTRAK

Menurunnya harga karet merupakan suatu masalah yang sedang dihadapi di Indonesia. Disisi lain perkembangan jumlah kendaraan bermotor terus meningkat beberapa dekade yang dapat membuat kerusakan jalan. Berlatar belakang kedua masalah tersebut, maka salah satu solusinya ialah dengan menggabungkan aspal dan karet alam tersebut sehingga menjadi aspal modifikasi polimer. Penggabungan tersebut dapat meningkatkan sifat mekanik yang baik, ditinjau dengan pengujian titik lembek. Pada pembuatan aspal modifikasi polimer, karet alam yang digunakan ialah lateks pravulkanisasi. Bahan aditif yang digunakan adalah *Trans*-polioktenamer yang diharapkan dapat meningkatkan persentase rendemen dan titik lembek pada aspal modifikasi polimer yang dibuat. Penelitian ini menggunakan variabel tetap yaitu persentase berat lateks pravulkanisasi sebanyak 7% dari berat aspal dan variabel bebas yaitu waktu pencampuran (3 jam, 4 jam, 5 jam), suhu pencampuran (150°C dan 160°C), dan konsentrasi *trans*-polioktenamer (3%, 4,5%, 6%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari semua variabel penelitian yang digunakan tidak berpengaruh signifikan terhadap perhitungan rendemen dan titik lembek aspal modifikasi polimer. Nilai persentase rendemen aspal modifikasi polimer tertinggi sebesar 96,9% berat (konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5%, 3 jam, 150°C). Sedangkan untuk uji titik lembek nilai tertinggi yang dihasilkan adalah sebesar 61°C (konsentrasi *trans*-polioktenamer 3%, 4 jam, 160°C).

Kata kunci : aspal modifikasi polimer, *trans*-polioktenamer, lateks pravulkanisasi, perhitungan rendemen, uji titik lembek.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR KETERANGAN DITERIMANYA TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Aspal.....	7
2.1.1 Sumber Aspal.....	7
2.1.2 Jenis-jenis Aspal.....	8
2.1.3 Sifat Aspal.....	9
2.1.4 Aspal Modifikasi Polimer.....	12
2.2 Karet Alam.....	12
2.2.1 Jenis-jenis Karet Alam.....	13
2.2.2 Sifat-sifat Karet Alam.....	16
2.2.3 Lateks Pekat.....	16

2.3 Lateks Pravulkanisasi	17
2.4 <i>Trans</i> -polioktenamer.....	18
2.5 Pengujian Aspal Modifikasi Polimer.....	19
2.5.1 Perhitungan rendemen	19
2.5.2 Pengujian Titik Lembek	19
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan	22
3.3 Variabel.....	22
3.4 Prosedur	23
3.4.1 Uji Mutu Lateks Pekat	25
3.4.2 Pencairan Aspal	25
3.4.3 Tahap Pencampuran.....	25
3.5 Tahap Pengujian	26
3.5.1 Perhitungan Rendemen.....	26
3.5.2 Uji Titik Lembek (SNI 2434:2011)	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Uji Mutu Lateks Pekat.....	27
4.2 Pengaruh Penambahan <i>Trans</i> -polioktenamer terhadap Suhu dan Waktu Pencampuran.....	28
4.2.1 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer.....	28
4.2.2 Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer.....	31
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN A..	36
LAMPIRAN B..	36
LAMPIRAN C..	40

LAMPIRAN D.....	41
LAMPIRAN E.....	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I.1 Luas Perkebunan Karet	2
Gambar I.2 Kondisi Jalanan Beraspal di Indonesia tahun 2016.....	3
Gambar II.1 Struktur cis-1,4- Poliisoprena	13
Gambar II.2 Struktur <i>Trans</i> -Polioktenamer	18
Gambar II.3 Cincin Terbuat dari Bahan Kuningan	19
Gambar III.1 Skema Prosedur Penelitian Pembuatan Aspal Modifikasi Polimer	25
Gambar III.2 Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer.....	26
Gambar IV.1 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer pada Suhu Pencampuran 150°C.....	30
Gambar IV.2 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer pada Suhu Pencampuran 160°C.....	31
Gambar IV.3 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer pada Suhu Pencampuran 150°C.....	33
Gambar IV.4 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer pada Suhu Pencampuran 160°C.....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1 Pengujian dan Persyaratan Aspal Pen 60	8
Tabel II.2 Komposisi Partikel Karet Alam	13
Tabel II.3 Spesifikasi Termometer Titik Lembek.....	20
Tabel III.1 Variasi Penelitian	23
Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Uji Mutu Lateks Pekat dengan Standar Mutu ASTM D 1076-02.....	28
Tabel IV.2 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer	29
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer.....	32

BAB I

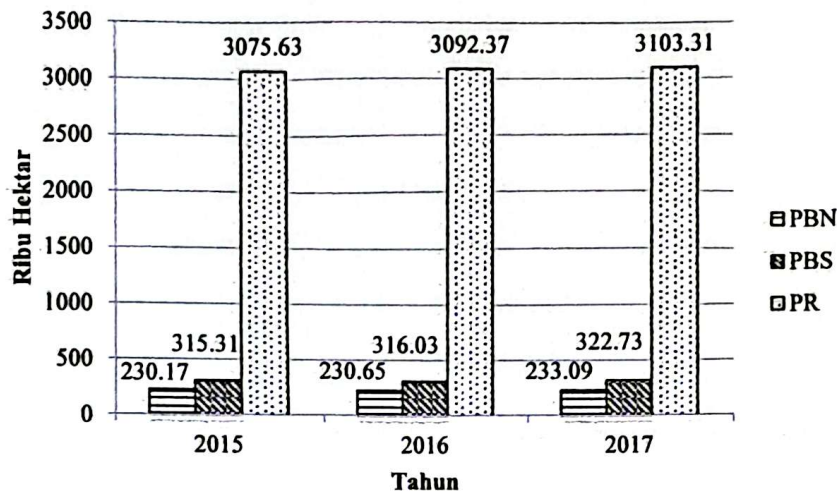
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurunnya harga karet merupakan suatu masalah yang sedang dihadapi di Indonesia. Penurunan harga karet membuat kerugian dikalangan petani hingga pemerintah. Berdasarkan situs Indonesia investments tentang bisnis komoditas karet (2018) bersumber pada GAPKINDO (Gabungan Pengusaha Karet Indonesia), penurunan harga ekspor karet diawali pada tahun 2011 dengan nilai ekspor sebesar 4.611 dollar AS/ ton hingga tahun 2016 menurun mencapai 1.300 dollar AS/ ton. Penurunan harga tersebut dipengaruhi berbagai faktor seperti berkurangnya minat konsumen pada karet alam yang beralih pada karet sintetis. Salah satu cara untuk meningkatkan harga karet dengan cara meningkatkan nilai karet menjadi produk yang lebih bernilai [1].

Perkebunan karet memiliki peranan yang cukup andil dalam berkembangnya industri karet di Indonesia. Luas perkebunan karet terus meningkat tiap tahunnya, disajikan pada gambar I.1 Perkebunan Besar Negara (PBN) dan Perkebunan Rakyat (PR) karet tersebar hampir di sebagian besar provinsi di Pulau Sumatera dan Kalimantan, Provinsi Jawa Barat, Jawa tengah, Jawa Timur, Banten, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Bali, dan Maluku [2]. Pada tahun 2015 luas area perkebunan karet sebagai berikut 230,17 ribu hektar milik perkebunan besar negara (PBN) yang kemudian meningkat menjadi 230,65 ribu hektar pada tahun 2016 dan meningkat menjadi 233,09 ribu hektar pada tahun 2017, atau sekitar 2,92 ribu hektar perkebunan besar negara (PBS) meningkat dalam kurun waktu tiga tahun. Pada tahun 2015 luas area 315,31 ribu hektar milik perkebunan besar swasta (PBS) yang kemudian meningkat menjadi 316,03 ribu hektar pada tahun 2016 dan meningkat menjadi 322,73 ribu hektar pada tahun 2017, atau sekitar 7,42 ribu hektar perkebunan besar swasta (PBS) meningkat dalam kurun waktu tiga tahun. Serta pada tahun 2015 luas area 3075,63 ribu hektar milik perkebunan rakyat (PR) yang meningkat menjadi 3092,37 ribu hektar pada tahun 2016 dan kemudian meningkat

menjadi 3103,31 ribu hektar pada tahun 2017, atau sekitar 27,68 ribu hektar perkebunan rakyat meningkat dalam kurun waktu tiga tahun.

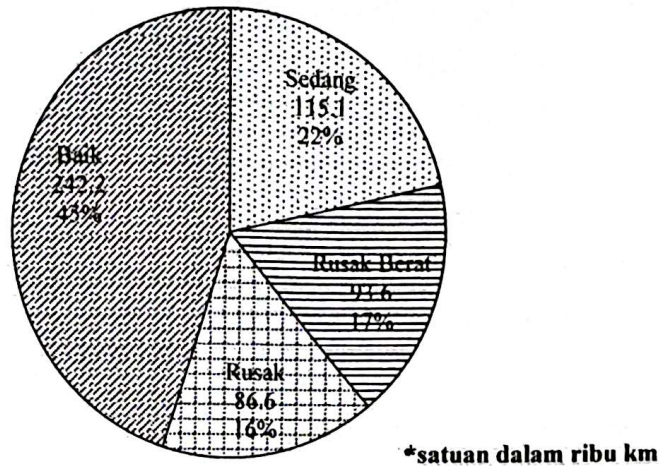


Gambar I.1 Luas Perkebunan Karet Indonesia

Sumber : Statistika perkebunan Indonesia komoditas karet, 2017

Disisi lain, perkembangan jumlah kendaraan bermotor terus meningkat beberapa dekade terakhir. Hal ini dapat membuat masalah yang besar antara lain kebutuhan jalan, macet dan kerusakan jalan. Kerusakan jalan dapat meningkat, karena ketidakmampuan kekuatan aspal menahan beban yang sangat banyak. Berdasarkan Badan Pusat Statistika, Kendaraan bermotor di Indonesia meningkat setiap tahunnya, peningkatan kendaraan bermotor didominasi oleh kendaraan penumpang, truk, bus dan sepeda motor. Pada tahun 2016 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 129.281.079 unit, kemudian pada tahun 2017 meningkat menjadi 138.556.669 unit [2].

Berdasarkan gambar I.2 pada tahun 2016 jalan di Indonesia yang memiliki kondisi baik hanya sebesar 242,2 ribu Km atau sebesar 45%, 115,1 ribu Km atau sebesar 22% dalam keadaan sedang, 86,6 ribu Km atau sebesar 16% dalam keadaan rusak dan 93,6 ribu Km atau sebesar 17% dalam keadaan rusak berat, dan disimpulkan bahwa kondisi jalanan di Indonesia pada tahun 2016 hanya memiliki 55% jalanan dalam kondisi yang kurang baik.



Gambar I.2 Kondisi Jalanan di Indonesia tahun 2016

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2016

Solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut yaitu dengan menggabungkan kedua material tersebut menjadi produk jadi yang lebih bernilai seperti aspal modifikasi polimer. Belakangan ini penelitian aspal yang dikombinasikan dengan bahan polimer telah banyak dipublikasikan dan pola ini sangat memungkinkan untuk membuat aspal khususnya untuk jalan raya di Indonesia. Pada penelitian ini polimer yang digunakan ialah polimer alam, lateks pekat. Karet alam memiliki kemampuan untuk berkristalisasi, misalnya pada saat pembebanan tarik menyebabkan karet ini memiliki kekuatan tarik yang unggul dibandingkan dengan karet-karet lainnya [3]. Selain itu penelitian ini menambahkan zat aditif *trans*-polioktenamer yang bertujuan ingin mengetahui peranannya dalam aspal modifikasi polimer terkait hasil rendemen. Pengujian titik lembek juga di uji karena sebagai tolak ukur kekuatan aspal dalam menahan beban dengan suhu tertentu.

Penelitian Yong, dkk (2015) menggunakan variasi penambahan lateks pada aspal dengan variasi 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9%. Dimana dari hasil yang didapat bahwa penambahan lateks diharuskan maksimum sebesar 7% dari total massa

aspal. Dari pengujian kekakuan, variasi 7% lateks memiliki kekakuan yang rendah dibandingkan variasi lainnya [4].

Pada penelitian Prastanto, dkk (2018) penambahan karet alam dalam aspal pen 60 dalam pembuatan aspal modifikasi polimer (aspal karet) dapat meningkatkan sifat fisik aspal yang diindikasikan dengan bertambahnya nilai titik lembek, penurunan nilai penetrasi dan kenaikan keelastisan setelah pengembalian aspal karet. Karet yang tidak tervulkanisasi lebih mudah terdegradasi akibat panas. Pada pembuatan aspal modifikasi polimer suhu pencampuran sebesar 150°C dengan menggunakan waktu pencampuran selama 15 menit menggunakan alat *Colloid Mill* [5]. Penelitian Prastanto, dkk (2018) tidak melakukan perhitungan rendemen.

Penelitian kali ini ingin mengetahui pengaruh suhu dan waktu pencampuran terhadap perhitungan rendemen dan uji titik lembek dengan adanya penambahan *trans*-polioktenamer dalam pembuatan aspal modifikasi polimer dan juga ingin mendapatkan nilai tertinggi dari variasi terhadap perhitungan rendemen dan uji titik lembek aspal modifikasi polimer. Hal ini sangat menarik untuk memproduksi aspal yang kuat beban dan elastis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah :

- a. bagaimana pengaruh suhu dan waktu pencampuran terhadap rendemen dan titik lembek pada penambahan *trans*-polioktenamer dalam pembuatan aspal modifikasi polimer?
- b. bagaimana mendapatkan nilai tertinggi perhitungan rendemen dan uji titik lembek pada pembuatan aspal modifikasi polimer?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. bahan baku yang digunakan berupa aspal minyak pen 60 yang diperoleh dari PT Pertamina (Persero) dan karet alam jenis lateks pekat yang diperoleh dari PT Bumi Rambang Kramat Jaya
2. zat aditif berupa *trans*-polioktenamer yang diperoleh dari perusahaan Evonik *Industries*

3. variasi suhu pencampuran 150°C dan 160°C
4. variasi waktu pencampuran 3 jam , 4 jam dan 5 jam
5. variasi konsentrasi zat aditif 3, 4,5 dan 6% (berat) dari berat lateks pravulkanisasi
6. analisis yang dilakukan perhitungan rendemen dan pengujian titik lembek

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. mengetahui pengaruh suhu dan waktu pencampuran terhadap rendemen dan titik lembek pada penambahan *trans*-polioktenamer dalam pembuatan aspal modifikasi polimer.
2. mendapatkan nilai tertinggi dari perhitungan rendemen dan uji titik lembek pada pembuatan aspal modifikasi polimer

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi tambahan dalam pengaruh suhu dan waktu pencampuran terhadap perhitungan rendemen dan uji titik lembek dalam pembuatan aspal modifikasi polimer.

1.6 Sistematika Penelitian

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah, dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai aspal, lateks, *trans*-polioktenamer, metode pembuatan aspal modifikasi polimer, perhitungan rendemen dan uji titik lembek.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variasi penelitian serta prosedur penelitian bahan yang digunakan, variasi penelitian serta prosedur penelitian (persiapan penelitian dan metode penelitian)

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengukuran, analisa data yang sudah diolah menjadi grafik, pembahasan terhadap hasil pengukuran dan analisa data.

BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang sudah dilaksanakan dan saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk penelitian selanjutnya.

LAMPIRAN

Lampiran berisi data-data yang mendukung penelitian ini, berupa gambar dan perhitungan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Aspal adalah suatu bahan yang bersifat sebagai perekat (*cementitious*) agregat dan mempunyai bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap yang dapat meleleh apabila dipanaskan. Aspal tersusun dari sebagian besar bitumen yang terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil pemurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi atau derivatnya [6].

Bitumen merupakan suatu campuran dari senyawa hidrokarbon yang berasal dari alam atau dari suatu proses pemanasan, atau berasal dari kedua proses tersebut, terkadang disertai dengan derivatnya yang bersifat non logam, dapat berbentuk gas, cairan, setengah padat atau padat, dan campuran tersebut dapat larut dalam Karbondisulfida (CS_2). Aspal yang dipakai dalam konstruksi jalan mempunyai sifat fisis yang penting, antara lain : kepekatan (*consistency*), ketahanan lama atau ketahanan terhadap pelapukan oleh cuaca, derajat pengerasan, dan ketahanan terhadap air [6].

2.1.1 Sumber Aspal

Aspal yang dihasilkan dari industri kilang minyak mentah (*crude oil*) dikenal sebagai residual bitumen, yang dihasilkan dari minyak mentah melalui proses destilasi. Proses destilasi dilakukan dengan pemanasan hingga suhu $350^{\circ}C$ di bawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak seperti *gasoline* (bensin), *kerosene* (minyak tanah) dan *gas oil*. Secara kualitatif, aspal terdiri dari senyawa *asphaltenes* dan *Maltenes*, sedangkan secara kuantitatif, *Asphaltenes* merupakan campuran kompleks dari hidrokarbon, terdiri dari cincin aromatik kental dan senyawa *heteroaromatic* yang mengandung belerang. Ada juga amina dan amida, senyawa oksigen (keton, fenol atau asam karboksilat), nikel dan vanadium. Aspal merupakan senyawa kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur-unsur yang

terkandung dalam bitumen, antara lain : Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%) [6].

Pada penelitian ini, aspal yang digunakan adalah Aspal hasil produksi kilang minyak dengan tipe Pen 60. Jenis ini direkomendasikan untuk negara-negara yang mempunyai iklim tropis termasuk Indonesia, karena didesain untuk bisa elastis menyesuaikan suhu yang naik dan turun. Untuk data jenis pengujian dan persyaratan aspal tersebut tercantum seperti pada tabel II.1

Tabel II.1 Pengujian dan Persyaratan Aspal Pen 60

No.	Sifat – sifat	Metoda	Pen. 60/70	
			Min	Max
1	Penetrasi (25 °C, 100 gr, 5 detik), mm	SNI 06-2456-1991	60	79
2	Titik lembek (<i>ring and ball test</i>), °C	SNI 06-2434-1991	48	58
3	Titik nyala (<i>clelland open cup</i>), °C	SNI 06-2433-1991	200	0
4	Kehilangan berat (163 °C, 5 jam), % berat	SNI 06-2440-1991	-	0.8
5	Kelarutan (CCl ₄), % berat	ASTM-D2042	99	-
6	Daktilitas (25 °C, 5 cm per menit), cm	SNI 06-2432-1991	100	-
7	Berat jenis (25 °C), gr/cm ³	SNI 06-2488-1991	1	-

Sumber : Standar Nasional Indonesia No. 1737-1989-F, 2010

2.1.2 Jenis-jenis Aspal

Secara umum, jenis aspal dapat diklasifikasikan berdasarkan asal dan proses pembentukannya adalah sebagai berikut [7] :

a. Aspal Alamiah

Aspal alamiah adalah aspal yang berasal dari berbagai sumber, seperti pulau Trinidad dan Bermuda. Aspal dari Trinidad mengandung sekitar 40% zat organik dan zat-zat anorganik yang tidak dapat larut, sedangkan yang berasal dari Bermuda mengandung sekitar 6% zat-zat yang tidak dapat larut. Dengan pengembangan aspal minyak bumi, aspal alamiah relatif menjadi tidak penting.

b. Aspal Batuan

Aspal batuan adalah endapan alamiah batu kapur atau batu pasir yang dipadatkan dengan bahan-bahan berbitumen. Aspal ini terjadi di berbagai bagian di Amerika Serikat, umumnya dapat membuat permukaan jalan yang sangat tahan lama dan

stabil, tetapi kebutuhan transportasi yang tinggi membuat aspal terbatas pada daerah-daerah tertentu saja.

c. Aspal Minyak Bumi

Aspal minyak bumi pertama kali digunakan di Amerika Serikat untuk perlakuan jalan pada tahun 1894. Aspal berasal dari minyak mentah yang diperoleh melalui proses destilasi minyak bumi. Proses destilasi ini dilakukan dengan pemanasan hingga suhu 350°C di bawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak seperti *gasoline* (bensin), *kerosene* (minyak tanah) dan *gas oil*. Bahan-bahan pengeras jalan aspal sekarang berasal dari minyak mentah domestik bermula dari ladang-ladang di Kentucky, Ohio, Michigan, Illinois, Mid-Continent, Gulf-Coastal, Rocky Mountain, California, dan Alaska. Sumber-sumber asing termasuk Meksiko, Venezuela, Colombia, dan Timur-Tengah. Sebesar 32 juta ton telah digunakan pada tahun 1980.

2.1.3 Sifat Aspal

2.1.3.1 Sifat Fisika Aspal

Aspal yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan pada umumnya berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga udara antara agregat, oleh karena itu, aspal yang digunakan harus bersifat sebagai berikut [6] :

a. Mempunyai Daya Tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pemakaian di jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan sebagainya.

b. Kohesi dan Adhesi

Kohesi merupakan kemampuan aspal untuk mengikat unsur-unsur penyusun dari dirinya sendiri sehingga terbentuknya aspal dengan daktilitas yang tinggi. Sedangkan adhesi menyatakan kemampuan aspal untuk berikatan dengan agregat dan tetap mempertahankan agregat pada tempatnya setelah berikatan.

c. Kepekaan terhadap temperatur

Kepekaan aspal terhadap temperatur adalah sensitivitas perubahan sifat viskoelastis aspal akibat perubahan temperatur, sifat ini dinyatakan sebagai

indeks penetrasi (IP) aspal. Aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki kepekaan yang rendah terhadap perubahan temperatur. Oleh sebab itu, campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki rentang temperatur pencampuran dan pemadatan yang lebih lebar dari campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang rendah. Aspal dengan tingkat kekerasan atau nilai penetrasi yang sama belum tentu memiliki nilai IP yang sama. Sebaliknya, aspal dengan nilai IP yang sama belum tentu memiliki tingkat kekerasan yang sama. Pada aspal dengan IP yang sama, semakin tinggi tingkat kekerasan aspal semakin tinggi ketahanan campuran beraspal yang dihasilkannya.

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi).

e. Viskoelastisitas Aspal

Viskoelastisitas aspal adalah suatu material yang bersifat viskoelastis yang sifatnya akan berubah tergantung pada temperatur atau waktu pembebanan. Kegunaan mengetahui sifat viskoelastis aspal adalah untuk menentukan pada temperatur beberapa pencampuran aspal dengan agregat harus dilakukan agar mendapatkan campuran yang homogen dimana semua permukaan agregat dapat terselimuti oleh aspal secara merata dan aspal mampu masuk ke dalam pori-pori agregat untuk membentuk ikatan kohesi yang kuat dan untuk mengetahui pada temperatur berapa pemadatan dapat dilakukan dan kapan harus dihentikan.

2.1.3.2 Sifat Kimiawi Aspal

Aspal merupakan senyawa yang kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur-unsur yang terkandung dalam bitumen adalah Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%). Berikut sifat-sifat dari senyawa penyusun dari aspal [7]:

a. *Asphaltene*

Asphaltene merupakan senyawa kompleks aromatik yang berwarna hitam atau coklat amorf, bersifat termoplastik dan sangat polar, merupakan kompleks aromatik, H/C rasio 1 :1, memiliki berat molekul besar antara 1000 – 100000, dan tidak larut dalam n-heptan. *Asphaltene* juga sangat berpengaruh dalam menentukan sifat reologi bitumen, dimana semakin tinggi *asphaltene*, maka bitumen akan semakin keras dan makin kental, sehingga titik lelehnya akan semakin tinggi, dan menyebabkan nilai penetrasinya semakin rendah.

b. *Maltene*

Di dalam maltene terdapat tiga komponen penyusun yaitu resin, aromatik, dan *saturate*. Dimana masing-masing komponen memiliki struktur dan komposisi kimia yang berbeda, dan sangat menentukan dalam sifat reologi bitumen, sebagai berikut:

1). Resin

Resin merupakan senyawa yang berwarna coklat tua, dan berbentuk solid atau semi solid dan sangat polar, dimana tersusun oleh atom C dan H, dan sedikit atom O, S, dan N, untuk perbandingan H/C yaitu 1,3 - 1,4, memiliki berat molekul antara 500 – 50000, dan larut dalam n-heptan.

2). Aromatik

Senyawa ini berwarna coklat tua, berbentuk cairan kental, bersifat non polar, dan di dominasi oleh cincin tidak jenuh, berat molekul 300 – 2000, terdiri dari senyawa naften aromatik, dengan komposisi 40-65% dari total bitumen.

3). *Saturate*

Senyawa ini berbentuk cairan kental non polar, berat molekul hampir sama dengan aromatik. tersusun dari campuran hidrokarbon lurus, bercabang, alkil *naphthene*, dan aromatik, komposisi 5-20% dari total bitumen. Dengan demikian maka aspal atau bitumen adalah suatu campuran cairan kental senyawa organik, berwarna hitam, lengket, larut dalam karbon disulfida, dan disusun utamanya oleh "polisiklik aromatik hidrokarbon" yang sangat solid [7].

2.1.4 Aspal Modifikasi Polimer

Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintetis dengan aspal. Aspal modifikasi polimer (atau biasa disingkat dengan AMP) telah dikembangkan selama beberapa dekade terakhir. Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan [8].

Penggunaan campuran polimer aspal merupakan tren yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama. Modifikasi polimer aspal yang diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Dalam hal ini terlihat bahwa keterpaduan aditif polimer yang sesuai dengan campuran aspal. Penggunaan polimer sebagai bahan untuk memodifikasi aspal terus berkembang di dalam dekade terakhir [9].

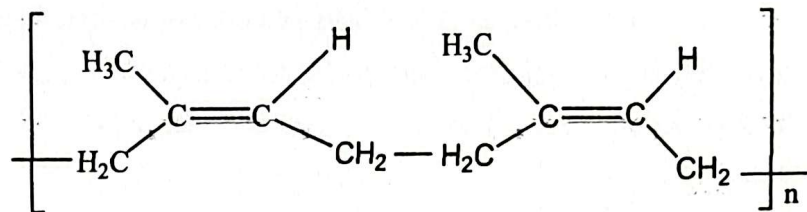
Untuk memperbaiki sifat-sifat dari bahan permukaan aspal, peneliti telah memusatkan perhatian pada aditif yang diperoleh dengan memanfaatkan lateks dengan campuran aspal minyak-pen-60.

2.2 Karet Alam

Karet alam adalah senyawa hidrokarbon yang dihasilkan melalui penggumpalan getah dari hasil penyadapan tanaman tertentu. Getah tersebut kemudian dikenal dengan sebutan lateks, yaitu suatu cairan putih yang keluar dari batang tanaman yang disadap [10].

Karet alam termasuk ke dalam elastomer karena mempunyai sifat deformasi elastis. Dalam suhu ruang dan kondisi normal, karet mempunyai sifat lentur, elastis dan lembek sehingga karet dapat melunak karena deformasi [11]. Komposisi karet alam dipengaruhi oleh komposisi lateks dan cara pengolahan yang digunakan untuk mendapatkan karet alam mentah.

Karet alam mempunyai bobot molekul antara 200.000–400.000 dan bobot jenisnya $0,92 \text{ g/cm}^3$. Adanya rantai molekul pendek menyebabkan daya rekat karet yang tinggi. Karet alam adalah polimer berbobot molekul tinggi dari isoprena yang mempunyai konfigurasi *cis*-1,4- poliisoprena [12]. Struktur ruang 1,4 *cis* poliisoprena dapat dilihat pada gambar II.1



Gambar II.1 Struktur ruang 1,4 *cis* poliisoprena

Sumber : Romaito, 2009

Partikel karet alam terdiri dari hidrokarbon karet, lemak, glikolipida, fosfolipida, protein, karbohidrat, bahan anorganik, dan lain-lain dengan komposisi [13], seperti terlihat pada tabel II.2.

Tabel II.2 Komposisi Karet Alam

Komponen	Persentase (%)
Karet	93,7
Protein	2,2
Karbohidrat	0,4
Lemak	2,4
Glikolipid + fosfolipid	1,0
Garam anorganik	0,2
Lainnya	0,1

sumber : Fariz, 2006

Karet alam memiliki kelebihan dibandingkan dengan karet sintetis, diantaranya memiliki daya elastis sempurna, plastisitas yang baik, sedangkan vulkanisnya mempunyai ketahanan kikis yang tinggi, kalor timbul kecil dan daya tahan yang tinggi terhadap keretakan akibat benturan yang berulang-ulang. Kekurangan karet alam diantaranya tidak tahan oksidasi, ozon, cahaya matahari, serta ketahanan terhadap minyak dan hidrokarbon yang sangat buruk.

2.2.1 Jenis-jenis Karet Alam

Terdapat beberapa macam karet alam yang kebanyakan merupakan bahan olahan baik setengah jadi ataupun bahan jadi. Jenis-jenis karet alam antara lain [6]:

a. Bahan olah karet

Bahan olah karet adalah lateks kebun serta gumpalan lateks kebun yang diperoleh dari pohon karet, yang termasuk bahan olah karet adalah lateks kebun, *sheet* angin, slab tipis dan lump segar yang dibagi berdasarkan pengolahannya:

- 1). lateks kebun merupakan cairan getah yang dihasilkan dari proses penyadapan pohon karet dan belum mengalami pengolahan sama sekali.
- 2). *sheet* angin merupakan bahan olah karet yang dibuat dari lateks yang sudah disaring dan digumpalkan dengan asam semut. Jenis ini berupa karet *sheet* yang sudah digiling tetapi belum jadi.
- 3). slab tipis merupakan bahan olah yang terbuat dari lateks yang sudah digumpalkan.
- 4). lump segar merupakan bahan olah karet yang bukan berasal dari gumpalan lateks kebun yang terjadi secara alamiah dalam mangkuk penampung.

b. Karet konvensional

Jenis-jenis karet olahan yang tergolong karet konvensional adalah *Rubber Brown Crepe Remills*, *White and Pale Crepe*, *Estate Brown Crepe*, *Compo Crepe*, *Thin Brown Crepe Remills*, *Thick Blanket Crepes Ambers*, *Flat Bark Crepe*, *Pure Smoked Blanked Crepe* dan *Off Crepe*. Jenis karet konvensional yang banyak diproduksi adalah *Rubber Smoked Sheet* atau disingkat RSS. Karet ini berupa lembaran *sheet* yang mendapatkan proses pengasapan dengan baik. RSS ini memiliki beberapa macam antara lain RSS 1 hingga RSS 5.

c. Lateks pekat

Lateks pekat berbentuk cairan pekat, tidak berbentuk lembaran atau padatan lainnya. Lateks pekat yang ada dipasaran dibuat dengan pendadihan atau creamed lateks dan melalui proses sentrifugasi. Lateks pekat banyak digunakan untuk pembuatan bahan-bahan karet yang tipis dan bermutu tinggi.

d. Karet bongkah (*Block Rubber*)

Karet bongkah merupakan karet remah yang telah dikeringkan dan dikilang menjadi bandela-bandela dengan ukuran tertentu. Karet bongkah ada yang berwarna muda dan setiap kelasnya mempunyai kode warna tersendiri. Masing-masing negara memiliki standar mutu karet bongkah. Standar mutu karet

bongkah untuk Indonesia tercantum dalam SIR (*Standard Indonesian Rubber*) yang dikeluarkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Perdagangan No. 184/Kp/VI/88 Tanggal 25 Juni 1988.

e. Karet spesifikasi teknis (*crumb rubber*)

Crumb rubber merupakan karet alam yang dibuat khusus sehingga terjamin mutu teknisnya. Penetapan mutu berdasarkan pada sifat-sifat teknis dimana warna atau penilaian visual yang menjadi dasar penentuan golongan mutu pada jenis karet *sheet*; *crepe* maupun lateks pekat tidak berlaku. *Crumb Rubber* dibuat agar dapat bersaing dengan karet sintesis biasanya meyeritakan sifat teknis serta keistimewaan untuk jaminan mutu tiap bandelanya.

f. *Tyre Rubber*

Tyre rubber merupakan barang setengah jadi dari karet alam sehingga dapat langsung dipakai oleh konsumen, baik untuk pembuatan ban atau barang yang menggunakan bahan baku karet alam lainnya. *Tyre rubber* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan karet konvensional. Ban atau produk-produk karet lain jika menggunakan *tyre rubber* sebagai bahan bakunya memiliki mutu yang lebih baik dibandingkan jika menggunakan bahan baku karet konvensional. Selain jenis karet ini memiliki daya campur yang baik sehingga mudah digabung dengan karet sintesis.

g. Karet Reklam (*Reclaimed Rubber*)

Karet reklam merupakan karet yang diolah kembali dari barang-barang karet bekas, terutama ban-ban mobil bekas. Karet reklam biasanya digunakan sebagai bahan campuran, karena mudah mengambil bentuk dalam acuan serta daya lekat yang dimilikinya juga baik. Pemakaian reklam memungkinkan pelunakan (mastifikasi) dan pencampuran yang lebih cepat. Produk yang dihasilkan juga lebih kokoh dan lebih tahan lama dipakai. Kelemahan dan karet reklam adalah kurang kenyal dan kurang tahan gesekan sesuai dengan sifatnya sebagai karet daur ulang. Oleh karena itu karet reklam kurang baik digunakan untuk membuat ban.

2.2.2 Sifat-sifat Karet Alam

Pada umumnya karet alam memiliki sifat-sifat sebagai berikut, warnanya cenderung kecoklat-coklatan, tembus cahaya atau setengah tembus cahaya, dengan berat jenis 0,91-0,93 g/cm³. Sifat mekaniknya tergantung pada proses vulkanisasi, sehingga dapat dihasilkan banyak jenis sampai jenis yang kaku seperti ebonite. Temperatur penggunaan yang paling tinggi sekitar 99°C, melunak pada 130°C dan terurai sekitar 200°C. Sifat isolasi listriknya berbeda karena pencampuran dengan aditif. Namun demikian, karakteristik listrik pada frekuensi tinggi, kurang baik. Sifat kimianya kurang baik terhadap ketahanan minyak dan ketahanan pelarut. Zat tersebut dapat larut dalam hidrokarbon, ester asam asetat, dan sebagainya. Karet yang kenyal agar mudah didegradasi oleh sinar UV dan ozon [6].

2.2.3 Lateks Pekat

Lateks pekat diperoleh dengan memekatkan lateks kebun. Pembuatan lateks pekat bertujuan meningkatkan kadar karet kering (KKK). Lateks kebun pekat dengan KKK 60 % akan lebih seragam mutunya dan lebih sesuai untuk pengolahan barang jadi karet. Pembuatan lateks pekat dapat dilakukan dengan empat metode, yaitu sentrifugasi (pemusingan), pendadihan, penguapan, dan elektrodekantasi. Metode yang paling sering digunakan adalah metode sentrifugasi (pemusingan), karena menghasilkan kapasitas produksi yang besar, viskositas lateks lebih rendah (tidak kental), dan hasil lateks lebih murni (tidak tercampur endapan dan kotoran) [14].

Pada umumnya, pengolahan lateks pekat di Indonesia menggunakan metode *mixing* karena kapasitas produksinya lebih tinggi serta pemeliharaannya lebih mudah. Lateks kebun dengan KKK 28-35% dipusingkan pada kecepatan 5000-7000 rpm, sehingga pada bagian atas alat akan diperoleh lateks pekat dengan KKK 60% dan berat jenis 0,94 g/cm³, sedangkan di bagian bawah akan dihasilkan skim yang masih mengandung 4-8% karet dengan berat jenis 1,02 g/cm³ [15].

Kadar karet kering lateks pekat hasil sentrifugasi adalah 55-60%. Metode sentrifugasi banyak digunakan pabrik lateks pekat karena dapat memekatkan lateks dengan waktu yang relatif singkat. Sedangkan kelemahannya adalah membutuhkan biaya investasi yang besar [16].

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu lateks pekat pusingan (sentrifugasi) adalah pengawetan lateks kebun, KKK lateks kebun, pengendapan lateks kebun, penambahan sabun ammonium laurat sebelum ataupun sesudah pemusingan, alat dan cara pemusingan, penyimpanan, pengangkutan, dan cara pengambilan sampel lateks pekat. Lateks pekat bermutu tinggi diperoleh dengan melakukan pengontrolan dan perlakuan yang baik sejak dari lateks kebun sampai pada pengambilan sampel lateks pekat [14]. Pengujian lateks pekat mengacu pada ASTM D 1076-02.

2.3 Lateks Pravulkanisasi

Proses pravulkanisasi pada lateks termasuk dalam kategori *compounding* atau proses penambahan bahan-bahan kimia ke dalam lateks yang dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki sifat-sifat lateks yang tidak diinginkan. Perbaikan sifat-sifat tersebut dapat berupa peningkatan viskositas, kekerasan, modulus tegangan putus, ketahanan kikis, dan lain sebagainya.

Lateks pravulkanisasi dibuat dengan cara mencampurkan bahan kimia dispersi kompon karet yang terdiri dari dispersi campuran (bahan pengaktif + bahan pencepat + bahan antioksidasi) dan dispersi sulfur kedalam lateks karet alam pekat murni yang telah distabilkan dengan penambahan surfaktan pada suhu ruang [5] pravulkanisasi dilakukan dengan memberi waktu bagi komponen untuk bereaksi membentuk ikatan silang. Ikatan ini akan membentuk jaringan tiga dimensi dan menambah kekuatan fisiknya. Pravulkanisasi adalah proses aplikasi tekanan dan panas ke dalam campuran elastomer dan bahan kimia. Proses ini akan merubah molekul karet yang panjang sehingga membentuk struktur tiga dimensi yang saling mengikat melalui pembentukan ikatan silang secara kimiawi. Perubahan molekul pada lateks pravulkanisasi akan menurunkan plastisitas dan meningkatkan densitas, kekuatan, dan kemantapan. Dengan turunnya plastisitas di dalam lateks, maka elastisitas lateks akan meningkat sehingga produk yang dihasilkan dari lateks pravulkanisasi akan memiliki kelenturan yang lebih tinggi [17]. Lateks pravulkanisasi sendiri tidak dilakukan uji mutu dikarenakan belum adanya standar mutu karet alam modifikasi yang akan digunakan pada aspal modifikasi polimer.

2.4 *Trans*-polioktenamer

Polioktenamer atau bisa disebut dengan *transpolyoctenamer rubber* (TOR) adalah *cyclooctene* yang dipolimerisasi menjadi polioktenamer. Terdiri dari makromolekul linier dan siklik. Rasio *cis/trans*, yang menentukan tingkat kristalinitas polioktenamer dikendalikan oleh kondisi polimerisasi. Secara umum, konsentrasi ikatan rangkap *trans* yang lebih tinggi menghasilkan kristalinitas yang lebih tinggi dan dengan demikian titik leleh (*melting point*) yang lebih tinggi. Kristalinitas bersifat reversibel secara termal, dan laju kristalisasi sangat tinggi [18]. Struktur *trans*-polioktenamer dapat dilihat pada gambar II.2



Gambar II.2 Struktur *Trans*-polioktenamer

Sumber: Evonik Industries

Pada tahun 2012 *trans*-polioktenamer pernah digunakan sebagai bahan aditif aspal modifikasi dengan bahan dasar setengah dari campuran aspal baru terdiri dari bahan giling, yang menjadi aspal granul, dari jalan lama. Formulasi campuran baru juga termasuk bubuk karet dan *trans*-polioktenamer. Untuk setiap lintasan 100m, sekitar 80 ban bekas diubah menjadi permukaan jalan yang dimodifikasi elastomer, bersama dengan daur ulang aspal lama [19].

Sebagai bahan aditif pada proses pencampuran aspal modifikasi polimer dari bahan ban bekas, hasil aspal modifikasi yang didapatkan mempunyai keuntungan yaitu :

1. proses pencampurannya mudah
2. tidak mudah rusak pada suhu rendah
3. dapat mengurangi bau selama proses pencampuran
4. dapat mengurangi keretakan
5. biaya konstruksi jalan yang rendah (perkilometer)
5. jalan memiliki umur yang lebih lama

Penggunaan *trans*-polioktenamer pada aspal modifikasi polimer juga bertujuan untuk mengurangi kekakuan campuran aspal, mengurangi kontaminasi

pada proses pencampuran, dan mengurangi upaya pembersihan pada alat. Selain itu *trans*-polioktenamer juga memiliki sifat-sifat sebagai berikut: [18]

- Titik leleh rendah 54°C
- Kristalinitas tinggi, laju rekristalisasi yang cepat
- Persentase tinggi *macrocycles* (> 30%)
- Ikatan rangkap setiap atom karbon kedelapan
- Proporsi tinggi dari ikatan rangkap yang dikonfigurasi

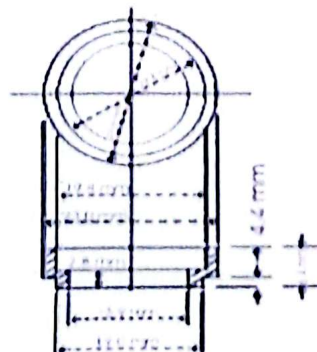
2.5 Pengujian Aspal Modifikasi Polimer

2.5.1 Perhitungan rendemen

Perhitungan rendemen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu dengan adanya penambahan bahan aditif *trans*-polioktenamer dan untuk mengetahui berapa banyak aspal polimer yang tersisa pada kaleng sebelum dipindah. Semakin tinggi persentase rendemen maka sisa aspal modifikasi polimer yang ada dalam wadah semakin sedikit.

2.5.2 Pengujian Titik Lembek

Pada pengujian titik lembek menggunakan SNI 2434:2011 (Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin dan Bola (*ring and ball*)). Titik Lembek adalah titik untuk mengetahui pada suhu berapa aspal keras menjadi lembek dengan cara melihat temperatur pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal menyentuh pelat dasar yang terletak dibawah cincin pada jarak 25,4 mm, sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu [20]. Alat yang digunakan untuk pengujian titik lembek dapat dilihat pada gambar II.3.



Gambar II.3 Cincin terbuat dari bahan Kuningan

Sumber : Standar Nasional Indonesia No. 2434, 2011

a. Ringkasan pengujian :

Tuangkan aspal secara merata pada kedua cincin yang terbuat dari bahan kuningan. Kedua cincin dipanaskan dengan kenaikan temperatur tertentu di dalam bejana perendam lapisan aspal telah dibebani oleh bola baja.

Titik lembek dicatat sebagai rata-rata temperatur ketika kedua lapisan aspal pada cincin melunak dan bola baja yang terselubungi aspal jatuh ke pelat dasar pada jarak 25 cm.

b. Penggunaan :

Aspal sebagai bahan viskoelastik tanpa penentuan titik lembek yang tepat, secara perlahan menjadi kurang viskos dan encer bila temperatur meningkat. Untuk alasan ini, maka pengujian titik lembek harus diuji dengan cara uji yang baku.

Spesifikasi termometer titik lembek aspal dapat dilihat pada tabel II.3

Tabel II.3 Spesifikasi Termometer Titik Lembek

		Titik Lembek	Titik Lembek Temperatur Tinggi
Termometer ASTM		15°C	16°C
Terendam		Seluruh	Seluruh
Daerah pengukuran		2 °C sampai 80 °C	30 ° sampai 200 °C
Skala terkecil		0,2°C	0,5°C
Skala terbesar		1 °C	5°C
Kesalahan karena pembacaan skala (maksimum)		0,2°C	0,3°C
Standardisasi		Es dan setiap 20°C	Es dan setiap 40°C
Panjang seluruhnya	B	397 mm	397 mm
Diameter batang	C	6,0 mm sampai 7,0 mm	6,0 mm sampai 7,0 mm
Diameter bagian ujung	E	4,5 mm sampai 5,5 mm	4,5 mm sampai 5,5 mm
Panjang bagian cairan	D	9,0 mm sampai 14 mm	9,0 mm sampai 14 mm
Jarak ujung bawah tempat cairan ke garis	F	0°C 75 mm sampai 90 mm	0°C 75 mm sampai 90 mm
Derajat pada jarak	G	333 mm sampai 354 mm	333mm sampai 354 mm
Ruang penampungan cairan		Cincin gelas	Cincin gelas

Sumber: Standar Nasional Indonesia No. 2434, 2011

Titik Lembek didalam persyaratan aspal, untuk konsistensi dalam pengiriman atau suplai. Titik lembek dapat sebagai indikasi kecenderungan aspal melunak akibat kenaikan temperatur pada perkerasan jalan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan melakukan persiapan bahan baku, pengujian bahan baku, pembuatan sampel, pengujian sampel dan analisa. Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Penelitian Karet yang terletak di Jl. Salak No.1 Bogor-16151 pada bulan Agustus 2018 – Mei 2019.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

- | | |
|---|---|
| a. Neraca digital SF-400A | r. Bunsen |
| b. Pinggan aluminium, pinggan petri, pinggan porselin | s. Termokopel |
| c. Botol timbang <i>pyrex</i> | t. Panci <i>stainless steel</i> |
| d. Penangas air | u. <i>Steel ball</i> diameter 9,5 mm |
| e. Desikator | v. <i>Ring</i> |
| f. pH meter | w. <i>Hot Magnetic Stirer Fisher-scientific</i> |
| g. Pengaduk listrik merek Klaxon | x. Botol bekas 330 mL |
| h. Gelas ukur 500 mL | y. Ember |
| i. Gelas kimia <i>Pyrex</i> 1000 mL | z. Es batu |
| j. <i>Stopwatch</i> | |
| k. Termometer | |
| l. Penyaring 80 <i>mesh</i> | |
| m. Penggiling krep | |
| n. Erlenmeyer bertutup asah 300 ml | |
| o. Kaleng susu bekas berat nett 850 gram | |
| p. <i>Mixer Typ RM 18 Nr Ika Werk</i> | |
| q. Kompor listrik Maspion s-301 600 watt | |

3.2.2 Bahan :

- a. Aspal minyak pen 60 berasal dari PT Persero Pertamina
- b. Aditif *Trans*-polioktenamer berasal dari Evonik *Industries*
- c. Lateks Pekat berasal dari PT Bumi Rambang Kramat Jaya
- d. Lateks pravulkanisasi (lateks pekat yang ditambahkan bahan kimia) berasal dari Pusat Penelitian Karet
- e. Pelumas (oli bekas)
- f. Larutan Asam Asetat (CH_3COOH) dengan 2% berasal dari PT Multi Citra Chemindo
- g. Larutan Amonia (NH_3) dengan 1,6% dan 0,6% berasal dari PT Multi Citra Chemindo
- h. Larutan Formaldehida (CH_2O) dengan 5% berasal dari PT Multi Citra Chemindo
- i. Larutan Kalium Hidroksida (KOH) 0,5 N berasal dari PT Multi Citra Chemindo
- j. Larutan Asam Klorida (HCl) 0,1 N berasal dari PT Multi Citra Chemindo
- k. Akuades
- l. Indikator *methyl red* dengan 0,1%

Alat untuk pengujian titik lembek dapat dilihat pada lampiran A dan bahan dapat dilihat pada lampiran B

3.3 Variabel

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah suatu variabel yang tidak berubah selama penelitian ini berlangsung. Variabel tetap yang digunakan selama penelitian ini, yaitu: konsentrasi lateks pravulkanisasi sebesar 7% dari berat aspal.

3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang divariasikan selama penelitian ini berlangsung. Variasi yang digunakan selama penelitian adalah konsentrasi *trans*-polioktenamer, suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan waktu (jam) pencampuran.

Variasi yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel III.1 tentang variasi sampel penelitian.

Tabel III.1 Variasi Penelitian

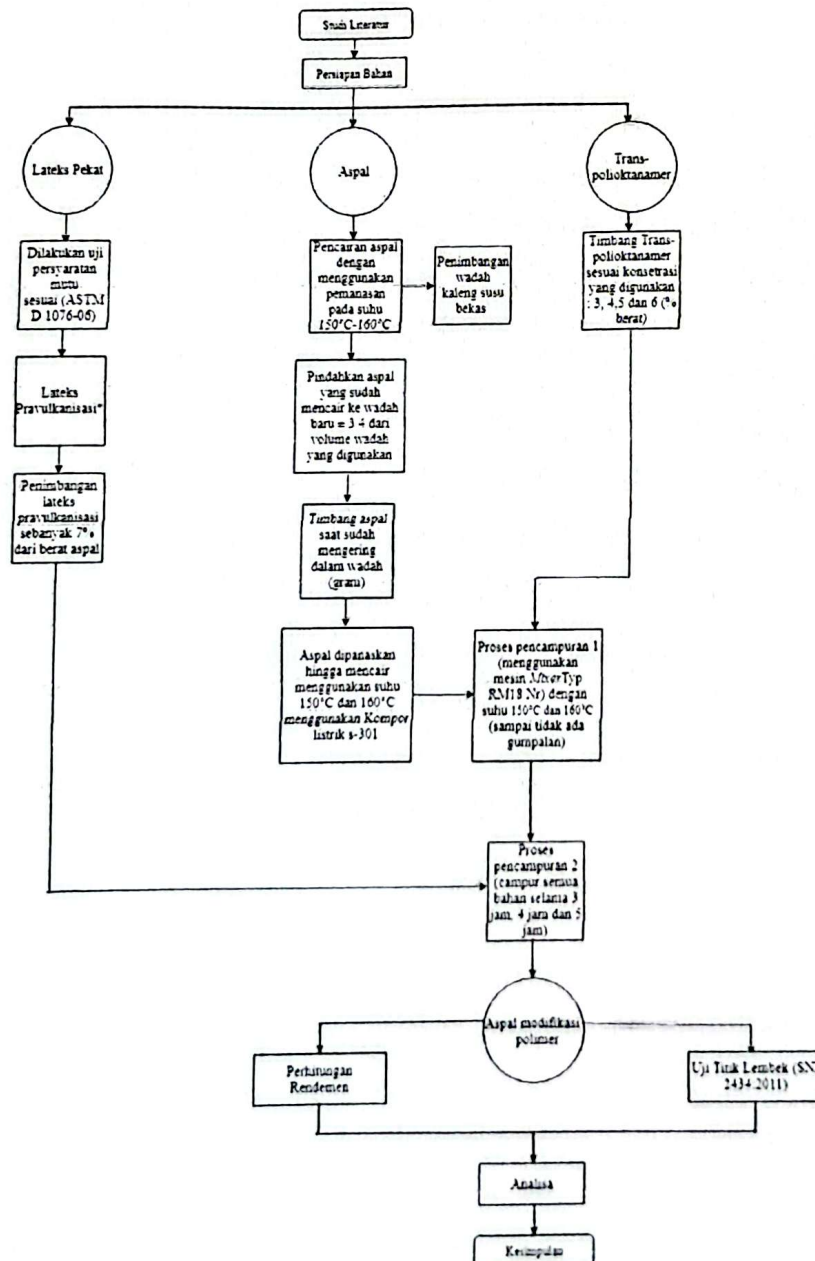
Kode sampel	Konsentrasi <i>trans</i> -polioktenamer (%)	Waktu pencampuran (jam)	Suhu pencampuran (°C)
B1	3	3	150
B2	3	4	150
B3	3	5	150
B4	3	3	160
B5	3	4	160
B6	3	5	160
B7	4,5	3	150
B8	4,5	4	150
B9	4,5	5	150
B10	4,5	3	160
B11	4,5	4	160
B12	4,5	5	160
B13	6	3	150
B14	6	4	150
B15	6	5	150
B16	6	3	160
B17	6	4	160
B18	6	5	160
Aspal	-	4	150
Aspal + lateks pravulkanisasi	-	4	150

3.4 Prosedur

Dalam proses modifikasi aspal menggunakan karet alam jenis lateks harus melalui beberapa tahap. Tahapan pada penelitian ini mengikuti proses penelitian Prastanto, dkk (2015) [5]. Skema prosedur penelitian pembuatan aspal modifikasi polimer dapat dilihat pada gambar III.1 berikut penjelasan tahapan pembuatan aspal modifikasi polimer.

Prosedur yang pertama kali dilakukan dalam penelitian ini adalah persiapan bahan yang berupa aspal minyak pen 60, *trans*-polioktenamer dan lateks pekat. Setelah persiapan bahan selesai selanjutnya dilakukan uji mutu lateks pekat sesuai dengan ASTM D 1076-02. Lateks pekat yang sudah diuji kemudian digunakan untuk pembuatan lateks pravulkanisasi (dibuat oleh Pusat Penelitian Karet).

Selanjutnya cairkan aspal lalu ditimbang sebanyak $\frac{3}{4}$ dari volume wadah, kemudian timbang *trans*-polioktenamer sebanyak 3, 4,5 dan 6% (berat) dari berat lateks pravulkanisasi. Setelah semua bahan ditimbang, selanjutnya dilakukan proses pembuatan aspal modifikasi polimer. Hasil pembuatan aspal modifikasi polimer lalu dilakukan perhitungan rendemen dan uji titik lembek (SNI 2434:2011).



Gambar III.1 Skema Prosedur Penelitian Pembuatan Aspal Modifikasi Polimer

*Lateks pravulkanisasi dibuat oleh Pusat Penelitian Karet

3.4.1 Uji Mutu Lateks Pekat

Sebelum digunakan untuk pembuatan lateks pravulkanisasi, lateks pekat harus diuji mutu terlebih dahulu sesuai dengan ASTM D 1076-02 yang terdiri atas kadar jumlah padatan (KJP), kadar karet kering (KKK), penetapan alkalinitas atau kadar Amonia, waktu kemantapan mekanik (WKM), viskositas, dan penetapan bilangan KOH. Prosedur uji mutu dapat dilihat pada Lampiran C.

Apabila hasil uji mutu lateks pekat yang digunakan sesuai dengan standar mutu maka lateks pekat dapat digunakan untuk pembuatan lateks pravulkanisasi dengan menambahkan menggunakan bahan pengaktif, bahan pencepat, bahan pengoksidasi dan dispersi sulfur ke dalam lateks pekat yang telah distabilkan dengan penambahan surfaktan pada suhu ruang [5] (dibuat oleh Pusat Penelitian Karet). Lalu timbang lateks pravulkanisasi sebanyak 7% dari berat aspal.

3.4.2 Pencairan Aspal

Aspal minyak dipanaskan menggunakan bunsen menggunakan suhu 150°C dan 160°C hingga mencair, sambil menunggu aspal mencair timbang kaleng susu bekas yang akan digunakan sebagai wadah menampung aspal. Aspal minyak yang sudah mencair dipindahkan sebanyak $\frac{3}{4}$ dari volume wadah. Tunggu hingga aspal minyak memadat kemudian timbang berat bersih aspal.

3.4.3 Tahap Pencampuran

Proses pencampuran menggunakan mesin *mixer* Typ RM 18 Nr Ika Werk, termokopel dan kompor listrik Maspion s-301, 600 watt dengan kecepatan putar 213,7 rpm.

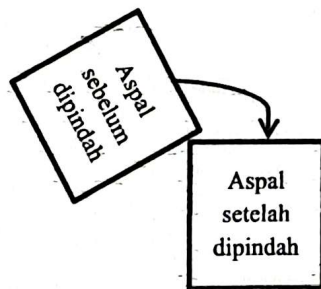
1. Panaskan aspal minyak dalam panci yang berisi pelumas (oli bekas) pada suhu 150°C dan 160°C sampai aspal minyak mencair.
2. Setelah aspal minyak mencair nyalakan *mixer* untuk memastikan aspal minyak sudah mencair sempurna.
3. Masukkan *trans*-polioktenamer ke aspal minyak yang sudah mencair sebagai bahan aditif terlebih dahulu, tunggu sampai tidak ada gumpalan pada bahan.
4. Kemudian dimasukkan lateks pravulkanisasi sedikit demi sedikit. *Mixing* bahan selama waktu dan suhu yang telah ditentukan. Hasil dari proses *mixing* ini adalah Aspal Modifikasi Polimer.

3.5 Tahap Pengujian

3.5.1 Perhitungan Rendemen

Perhitungan rendemen bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan aditif *trans*-polioktenamer dan untuk mengetahui berapa banyak aspal polimer yang tersisa pada wadah sebelum dipindah.

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{Berat aspal setelah dipindah}}{\text{Berat aspal sebelum dipindah}} \times 100$$



Gambar III.2 Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer

3.5.2 Uji Titik Lembek (SNI 2434:2011)

Uji titik lembek bertujuan untuk mengindikasikan tingkat kepekaan aspal terhadap perubahan suhu menggunakan alat cincin dan bola dengan menggunakan media Akuades. Langkah pengujian titik lembek dapat dilihat sebagai berikut :

1. sampel uji dipanaskan hingga mencair tidak lebih dari 2 jam
2. tuangkan aspal yang sudah mencair ke cincin kuningan yang telah dilapisi silikon untuk menghindari pelekatan aspal pada pelat persiapan benda uji, diamkan sampel selama 30 menit tidak boleh lebih dari 240 menit dan disimpan pada temperatur kamar.
3. masukan peralatan benda uji kedalam bejana yang sudah berisi Akuades sebanyak 105 ± 3 mm. Tempatkan bejana perendam dan peralatan pengujian yang ada didalamnya pada air es dalam bak perendam selama 15 menit.
4. panaskan bejana perendam menggunakan kompor listrik dengan *Hot Magnetic Stirrer Fisher-scientific* pada suhu 325°C dan kecepatan rotor 350 rpm. Catat temperatur pada saat bola yang diselimuti aspal jatuh sampai menyentuh pelat dasar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Mutu Lateks Pekat

Sebelum dilakukan aspal modifikasi polimer lateks pekat diuji mutu terlebih dahulu dengan acuan ASTM D 1076-02 Lateks pekat yang berkualitas tinggi diharapkan dapat menghasilkan aspal modifikasi polimer yang memiliki kekakuan rendah sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada permukaan jalan. Hasil uji mutu lateks pekat yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar mutu ASTM D 1076-02 untuk melihat kualitas lateks pekat yang digunakan. Hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel IV.1

Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Uji Mutu Lateks Pekat dengan Standar Mutu ASTM D 1076-02

No	Parameter Uji	Standar Mutu	Hasil uji mutu Lateks pekat
1	Kadar Jumlah Padatan (KJP), %	Min 61,3	59,75
2	Kadar Karet Kering (KKK), %	Min 59,8	58,55
3	Kadar Alkalinitas, %NH ₃	Min 0,60	0,67
4	Waktu Kemantapan Mekanis (WKM), detik	Min 650	1320
5	Viskositas, Centipoise	Maks 50	98
6	Bilangan KOH, N	Maks 0,8	0,427

Hasil parameter uji kadar alkalinitas, bilangan KOH, dan WKM yang diperoleh sesuai dengan standar mutu menunjukkan bahwa lateks karet alam pekat tersebut tetap stabil dalam fasa cair tanpa mengalami prakoagulasi ketika dimodifikasi secara kimiawi, hal ini sesuai dengan penelitian Prastanto (2018) [5].

Hasil parameter uji KJP dan KKK yang diperoleh kurang dari 2% menunjukkan bahwa bahan non karet yang bersifat sebagai impurities dalam reaksi hidrogenasi dalam kandungan lateks alam pekat tersebut hanya sedikit [21]. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil uji yang telah diperoleh yang berarti bahwa lateks pekat yang digunakan mengandung sedikit bahan non karet. Meskipun hasil uji mutu yang dihasilkan lebih rendah dari standar mutu, lateks pekat dianggap

layak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan lateks pravulkanisasi skala pilot.

4.2 Pengaruh Penambahan *Trans*-polioktenamer terhadap Suhu dan Waktu-Pencampuran

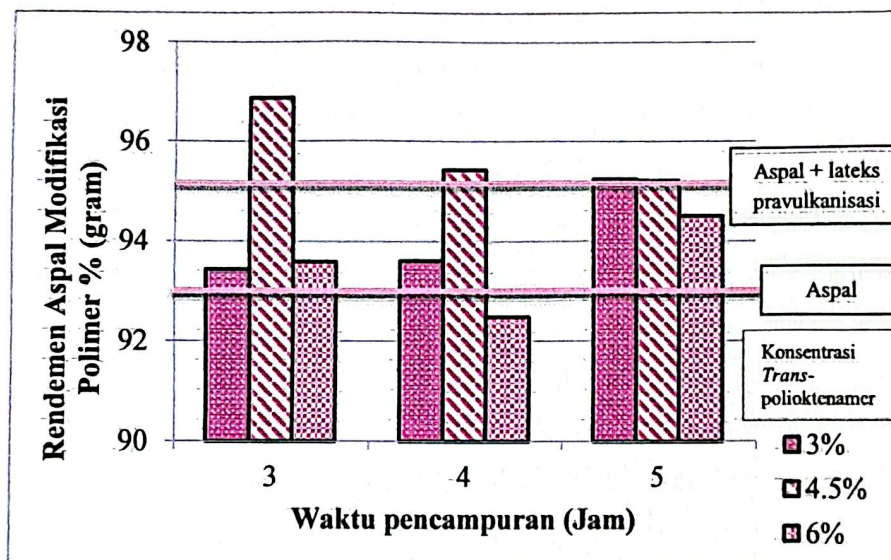
4.2.1 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer

Penambahan zat aditif *trans*-polioktenamer pada aspal modifikasi polimer diharapkan dapat meningkatkan persentase rendemen atau mengurangi sisa bahan yang tertinggal didalam wadah sehingga tidak banyak bahan yang terbuang. Data hasil perhitungan rendemen dapat dilihat pada tabel IV.2

Tabel IV.2 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer

No	Sampel				Berat Aspal		Hasil perhitungan %
	Kode sampel	Konsentrasi <i>trans</i> -polioktenamer (%)	Suhu (°C)	Waktu (Jam)	Sebelum dipindah (gram)	Setelah dipindah (gram)	
1	B1	3	150	3	961,3	898,3	93,4
2	B2	3	150	4	984,7	921,9	93,6
3	B3	3	150	5	999,0	951,5	95,2
4	B4	3	160	3	1041,6	997,2	95,7
5	B5	3	160	4	906,5	860,2	94,9
6	B6	3	160	5	922,2	872,7	94,6
7	B7	4,5	150	3	963,4	933,4	96,9
8	B8	4,5	150	4	1027,7	980,8	95,4
9	B9	4,5	150	5	941,5	896,4	95,2
10	B10	4,5	160	3	979,9	945,3	96,5
11	B11	4,5	160	4	893,9	839,8	93,9
12	B12	4,5	160	5	751,4	714,9	95,1
13	B13	6	150	3	921,5	862,5	93,6
14	B14	6	150	4	853,3	789,2	92,5
15	B15	6	150	5	973,2	919,7	94,5
16	B16	6	160	3	876,5	818,5	93,4
17	B17	6	160	4	996,8	952,6	95,6
18	B18	6	160	5	981,1	939,0	95,7
19	Aspal	4,5	150	4	898,2	838,7	93,4
20	Aspal + lateks pravulkanisasi	4,5	150	4	788,3	751,8	95,4

Pada tabel IV.2 menunjukkan persentase rendemen dari setiap masing-masing variabel. Sampel dengan nilai persentase yang tinggi menunjukkan bahwa sisa aspal pada wadah yang lama hanya sedikit dan berarti penambahan *trans*-polioktenamer pada sampel bekerja dengan baik. Data yang sudah diperoleh kemudian diolah menjadi bentuk histogram, karena pada perhitungan rendemen menggunakan dua suhu maka pada suhu 150°C dapat dilihat pada gambar IV.1 dan pada suhu 160°C dapat dilihat pada gambar IV.2.

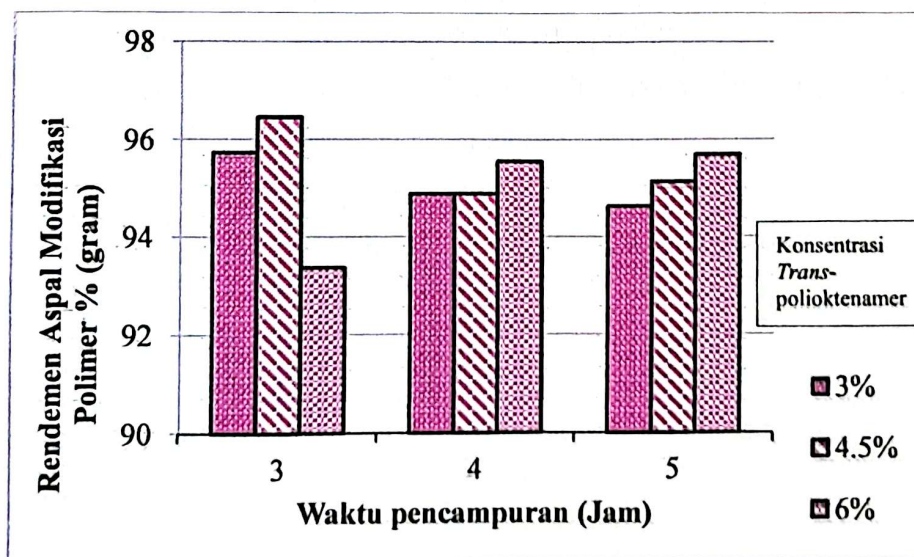


Gambar IV.1 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer pada Suhu Pencampuran 150°C

Pada gambar IV.1 menunjukkan bahwa penambahan *trans*-polioktenamer pada perhitungan rendemen aspal dengan suhu pencampuran 150°C pada konsentrasi *trans*-polioktenamer 3% mengalami peningkatan persentase rendemen setiap peningkatan waktu pencampuran. Konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5% mengalami penurunan persentase rendemen pada setiap peningkatan waktu pencampuran. Selanjutnya pada konsentrasi 6% *trans*-polioktenamer mengalami fluktuatif. Hal ini diperkirakan aspal dan bahan-bahan lainnya mengalami perlakuan yang kurang baik. Berdasarkan dengan penambahan waktu pencampuran ataupun dengan penambahan *trans*-polioktenamer berpengaruh signifikan. Hampir semua sampel aspal modifikasi polimer memiliki persentase rendemen yang lebih tinggi dibandingkan kontrol berisikan aspal saja yang hanya memiliki persentase

rendemen sebanyak 93,4%. Untuk kontrol berisikan campuran aspal dan lateks pravulkanisasi memiliki persentase rendemen sebanyak 95,4%, karena sampel aspal modifikasi polimer yang sudah dibuat masih ada yg memiliki persentase rendemen dibawah kontrol campuran aspal dan lateks pravulkanisasi maka kontrol tersebut tidak digunakan sebagai pembandingnya. Persentase rendemen yang tertinggi pada suhu pencampuran 150°C adalah 96,9% (konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5%, 3 jam) namun pada konsentrasi yang sama dan waktu pencampuran dinaikkan persentase rendemen mengalami penurunan. Persentase terendah pada suhu 150 adalah 92,5% dengan konsentrasi 6%, 4 jam.

Pada gambar IV.2 juga menunjukkan bahwa penambahan *trans*-polioktenamer pada perhitungan rendemen aspal dengan suhu pencampuran 160°C mengalami fluktuatif. Berdasarkan dengan penambahan waktu pencampuran ataupun dengan penambahan *trans*-polioktenamer tidak berpengaruh signifikan. Persentase rendemen yang tertinggi pada suhu pencampuran 160°C adalah 96,5% (konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5%, 3 jam) namun pada konsentrasi yang sama dan waktu pencampuran dinaikkan persentase rendemen mengalami fluktuatif. Persentase rendemen terendah pada suhu 160°C adalah 93,4% (konsentrasi *trans*-polioktenamer 6%, 3 jam, 160°C)



Gambar IV.2 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Modifikasi Polimer pada Suhu Pencampuran 160°C

Dari hasil perhitungan rendemen aspal modifikasi polimer pada gambar IV.1 dan gambar IV.2 dapat disimpulkan bahwa persentase rendemen aspal modifikasi polimer yang tertinggi diperoleh 96,9% (konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5%, 3 jam, 150°C. Hal ini disebabkan karena *trans*-polioktenamer berperan sebagai kompatibilitas pada saat proses pencampuran aspal penggunaan *trans*-polioktenamer dapat mengurangi kelengketan aspal [18]. Disamping itu peranan dari *trans*-polioktenamer cenderung dapat meningkatkan hasil rendemen. Hal ini dibantu berdasarkan data hasil penelitian.

Berdasarkan gambar IV.1 dan gambar IV.2 pada konsentrasi *trans*-polioktenamer 3% mengalami penurunan setiap peningkatan waktu pencampuran. Konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5% mengalami fluktuatif pada setiap peningkatan waktu pencampuran. Selanjutnya pada konsentrasi 6% *trans*-polioktenamer mengalami peningkatan setiap kenaikan waktu pencampuran. Secara umum penambahan *trans*-polioktenamer meningkatkan hasil persentase rendemen, namun demikian suhu dan waktu pencampuran tidak membentuk pola kecenderungan secara konsisten naik atau turun sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh penambahan *trans*-polioktenamer terhadap pengaruh suhu dan waktu pencampuran pada perhitungan aspal modifikasi polimer.

4.2.2 Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer

Dengan adanya penambahan *trans*-polioktenamer diharapkan titik lembek aspal modifikasi polimer meningkat. Data hasil pengujian titik lembek dapat dilihat pada tabel IV.2

Tabel IV.2 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer

No	Kode sampel	Berat lateks (gram)	Konsentrasi <i>trans</i> -polioktenamer (%)	Suhu (°C)	Waktu (Jam)	Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer (°C)		
						A	B	Rata-rata
1	B1	64,855	3	150	3	61	61	61
2	B2	67,032	3	150	4	60	60	60
3	B3	68,957	3	150	5	58	58	58
4	B4	70,245	3	160	3	58	58	58

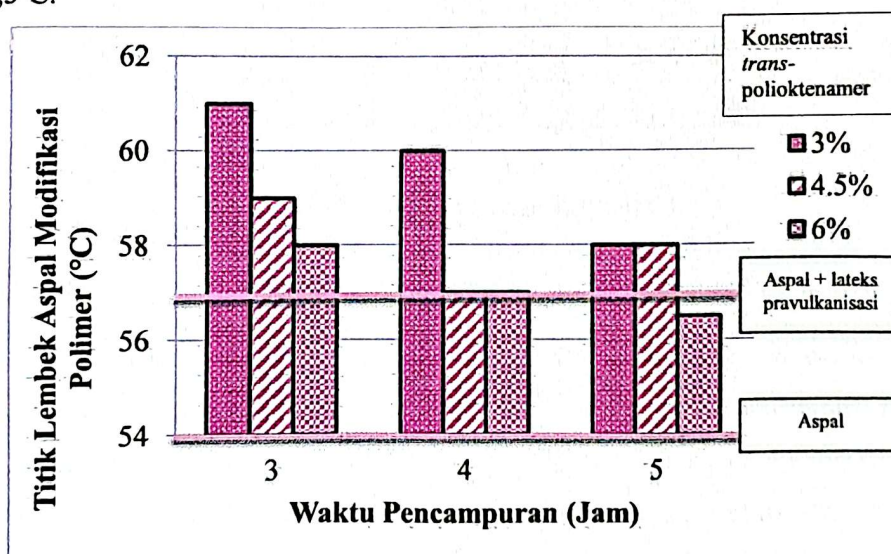
No	Kode sampel	Berat lateks (gram)	Konsentrasi <i>trans</i> -polioktenamer (%)	Suhu (°C)	Waktu (Jam)	Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer (°C)		
						A	B	Rata-rata
5	B5	62,279	3	160	4	60	60	60
6	B6	63,532	3	160	5	57	57	57
7	B7	64,876	4,5	150	3	59	59	59
8	B8	69,545	4,5	150	4	57	57	57
9	B9	64,085	4,5	150	5	58	58	58
10	B10	67,711	4,5	160	3	57	56	56.5
11	B11	61,824	4,5	160	4	59	59	59
12	B12	54,306	4,5	160	5	60	59	59.5
13	B13	62,146	6	150	3	58	58	58
14	B14	57,680	6	150	4	57	57	57
15	B15	67,354	6	150	5	56	57	56.5
16	B16	58,891	6	160	3	57	57	57
17	B17	67,914	6	160	4	58	58	58
18	B18	52,010	6	160	5	60	60	60
19	Aspal	-	4.5	150	4	54	54	54
20	Aspal & lateks pravulkanisasi	60,256	4.5	150	4	57	57	57

Pada tabel IV.2 menunjukkan suhu pada saat aspal modifikasi polimer mencapai titik lembek dari masing-masing variasi. Data yang sudah diperoleh kemudian diolah menjadi bentuk histogram, karena pada uji titik lembek menggunakan dua suhu maka pada suhu 150°C dapat dilihat pada gambar IV.1 dan pada suhu 160°C dapat dilihat pada gambar IV.2

Pada gambar IV.3 menunjukkan bahwa penambahan *trans*-polioktenamer pada pengujian titik lembek dengan suhu pencampuran 150°C pada konsentrasi *trans*-polioktenamer 3% mengalami penurunan setiap peningkatan waktu pencampuran. Konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5% mengalami fluktuatif pada setiap peningkatan waktu pencampuran. Selanjutnya pada konsentrasi 6% *trans*-polioktenamer mengalami penurunan setiap kenaikan waktu pencampuran. Berdasarkan dengan penambahan waktu pencampuran ataupun dengan

penambahan *trans*-polioktenamer berpengaruh signifikan. Semua sampel aspal modifikasi polimer mempunyai hasil titik lembek yang lebih tinggi dibandingkan kontrol berisikan aspal yang hanya memiliki titik lembek sebesar 54°C. Untuk kontrol campuran aspal dan lateks pravulkanisasi memiliki titik lembek sebesar 57°C, karena sampel yang dibuat masih ada yang dibawah kontrol campuran aspal dan lateks pravulkanisasi maka kontrol tersebut tidak digunakan sebagai pembandingan.

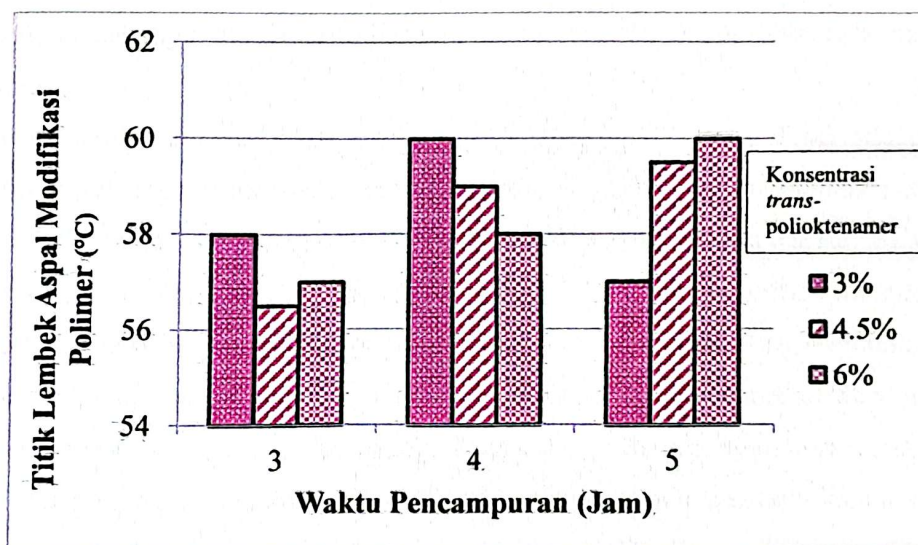
Hasil pengujian titik lembek yang tertinggi pada suhu 150°C adalah 61°C dengan (3% konsentrasi *trans*-polioktenamer, 3 jam) namun apabila waktu pencampuran dinaikkan hasil pengujian titik lembek mengalami penurunan. Dapat dilihat juga pada konsentrasi 6% mengalami penurunan titik lembek apabila waktu pencampuran dinaikkan dan (konsentrasi *trans*-polioktenamer 6%, 5 jam) merupakan hasil pengujian titik lembek terendah pada suhu 150°C dengan suhu 56,5°C.



Gambar IV.3 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polimer pada Suhu Pencampuran 150°C

Pada gambar IV.4 juga menunjukkan bahwa penambahan *trans*-polioktenamer menunjukkan bahwa penambahan *trans*-polioktenamer pada pengujian titik lembek suhu 160°C pada konsentrasi *trans*-polioktenamer 3% mengalami fluktuatif setiap peningkatan waktu pencampuran. Konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5% mengalami peningkatan pada setiap peningkatan waktu

pencampuran. Selanjutnya pada konsentrasi 6% *trans*-polioktenamer mengalami peningkatan setiap kenaikan waktu pencampuran. Berdasarkan dengan penambahan waktu pencampuran ataupun dengan penambahan *trans*-polioktenamer berpengaruh signifikan. Hasil pengujian titik-lembek yang tertinggi pada suhu 160°C adalah 60°C (konsentrasi *trans*-polioktenamer 3%, 3 jam) dan (konsentrasi *trans*-polioktenamer 6%, 5 jam). Dapat dilihat juga pada konsentrasi 4,5% dan 6% mengalami kenaikan titik lembek ketika waktu pencampuran dinaikkan.



Gambar IV.4 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal Modifikasi Polymer pada Suhu Pencampuran 160°C

Berdasarkan gambar IV.3 dan gambar IV.4 hasil pengujian titik lembek aspal modifikasi polimer suhu tertinggi yang diperoleh adalah 61°C (konsentrasi *trans*-polioktenamer 3%, 3 jam, 150°C). Secara umum penambahan *trans*-polioktenamer meningkatkan hasil titik-lembek, namun demikian suhu dan waktu pencampuran tidak membentuk pola kecenderungan secara konsisten naik atau turun sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh penambahan *trans*-polioktenamer terhadap pengaruh suhu dan waktu pencampuran pada pengujian titik-lembek aspal modifikasi polimer.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada data hasil pengujian serta analisa data dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Secara umum penambahan *trans*-polioktenamer meningkatkan persentase rendemen dan titik-lembek-aspal modifikasi polimer, namun variasi suhu dan waktu pencampuran tidak membentuk pola kecenderungan konsisten naik atau turun.
2. Hasil perhitungan rendemen tertinggi pada aspal modifikasi polimer adalah 96,9% (konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5%, 3 jam, 150°C). Sedangkan Hasil uji titik lembek tertinggi pada aspal modifikasi polimer adalah sebesar 61°C (konsentrasi *trans*-polioktenamer 3%, 3 jam, 150°C). Pada penelitian ini suhu 150°C merupakan suhu yang terbaik diantara dua variasi suhu yang digunakan dan waktu pencampuran 3 jam merupakan waktu pencampuran terbaik diantara tiga variasi waktu yang digunakan. Kemudian pilihan penggunaan variasi konsentrasi *trans*-polioktenamer, yaitu 3% konsentrasi *trans*-polioktenamer jika pembuatan aspal modifikasi polimer yang dihasilkan mencapai titik lembek yang tertinggi dan konsentrasi *trans*-polioktenamer 4,5% jika pembuatan aspal modifikasi yang dihasilkan mencapai persentase rendemen yang tertinggi.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi penulis menyarankan terkait pelaksanaan penelitian yaitu:

1. Dilakukan pengujian daktilitas dan uji penetrasi pada aspal modifikasi polimer
2. Dibuat kontrol pada suhu pencampuran 160°C
3. Pengujian sampel dilakukan secara duplo
4. Dilakukan kalibrasi pada alat ukur secara berkala
5. Dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengaruh penambahan *trans*-polioktenamer terkait suhu dan waktu pencampuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Indonesia investments., “Karet Alam di Indonesia”, www.Indonesia-investment.com/id/bisnis/komoditas/karet/item185., diakses tanggal 13 Juni 2019.
- [2]. Badan Pusat Statistik., “Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis”, www.bps.go.id/dynamic/table/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis-1949-2017.html., diakses tanggal 31 Januari 2019.
- [3]. Syahputri, R.T., “Penentuan Karakteristik Aspal Sintetis dari Campuran Limbah Plastik HDPE dan Karet Bekas dengan Pelarut Oli Bekas”, Skripsi, tidak diterbitkan, Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014.
- [4]. Yong, Wen., Yong, Wang., Kecheng, Zhao., Sumalee, A., “The use of natural rubber latex as a renewable and sustainable modifier of asphalt binder”, *International Journal of Pavement Engineering*, Vol. 18 (6), p. 547–559, 2015.
- [5]. Prastanto, H., Firdaus, Y., Puspitasari, S., Ramadhan, A., Falaah, Y., “Sifat Fisika Aspal Modifikasi Karet Alam pada Berbagai Jenis dan Dosis Lateks Karet Alam”, *Jurnal Penelitian Karet*, Vol. 36 (1), p. 65 – 76, 2018.
- [6]. Wijaya, Prabu., “Aplikasi pemakaian limbah dan plastik HDPE (High Density Polyethelene) menjadi aspal sintetis menggunakan pelarut oli motor bekas”, Skripsi, tidak diterbitkan, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014.
- [7]. Hermawan, Tisna., “Pemanfaatan polistirena bekas sebagai bahan aditif dalam pembuatan aspal polimer”, Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2011.
- [8]. Polacco, G., Berlincioni, S., Biondi, D., Stastna, J., Zanzotto, L., “Asphalt Modification with Different Polyethylene-Based Polymer”. hal 2831. Italia. *European Polymer Journal* 41, 2005.
- [9]. Pei-Hung, Y., “A Study of Potential Use of Asphalt Containing Synthetic Polymers For Asphalt Paving Mixes”. hal 2-10. USA : UMI, 2000.
- [10]. Triwani., Eltia, “Pengaruh Suhu Operasi terhadap Persen Yield Produk Bahan Bakar Cair dari Proses Catalitic Cracking Limbah Pabrik Crumb Rubber”, Other Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014.

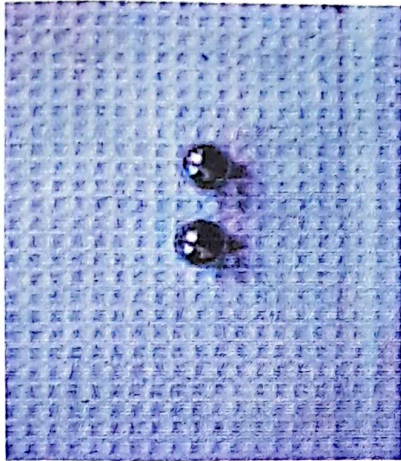
- [11]. Salama, Hanna., "Studi Pemanfaatan Karet Alam (SIR 20) yang di Degradasi Secara Mekanis untuk Bahan Aditif Aspal Modifikasi", Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2010.
- [12]. Romaito, J., "Pengaruh Penambahan Senyawa Merkaptan pada Karet Alam (*hevea brasiliensis*) dalam Fasa Padat, Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2009.
- [13]. Fariz, A., "Pembuatan Perekat Karet pada Logam Menggunakan Campuran Karet Siklo dan Karet Alam", Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2006.
- [14]. Saputra, N., "Pemanfaatan Karet Alam sebagai Aditif pada Mortar untuk Meningkatkan Mutu Jalan Semen Beton", Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2010.
- [15]. Yusa, D., "Pemanfaatan Lateks Karet Alam sebagai Bahan Pemoifikasi Aspal untuk Meningkatkan Mutu Perkerasan Jalan Aspal", Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2010.
- [16]. Prastanto, H., Falaah, A., Maspanger, Dadi., "Pemekatan Lateks Kebun secara Cepat dengan Proses Sentrifugasi Putaran Rendah" *Jurnal Penelitian Karet*, Vol. 32 (2), p. 181 – 188, 2014.
- [17]. Abdilah, R.H., "Penggunaan berbagai jenis lateks sebagai bahan tambahan pada mortar untuk aplikasi beton jalan raya", Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2009.
- [18]. Evonik industries., "Synthesis and structure"., www.corporate.evonik.com., diakses tanggal 18 Maret 2019.
- [19]. Weibold., "Vestenamer help scrap tires find new life in rubber modified bitumen"., www.weibold.com/vestenamer-helps-scrap-tires-find-new-life-in-rubber-modifeid-bitumen/., diakses tanggal 18 Maret 2019.
- [20]. Badan Standarisasi Nasional, SNI 2434:2011, Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola (*ring and ball*), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011.

[21]. Andriani, W., Puspitasari, S., Widiyantoro, A., "Evaluasi Jenis Bahan Penstabil dan Koagulan Lateks pada Sistem Reaksi Hidrogenasi Katalitik Lateks Karet Alam Semi Pilot", *Jurnal Penelitian Karet*, Vol. 36 (1), p. 89 – 100, 2018.

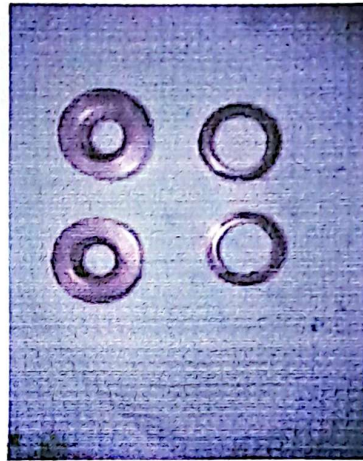
[22]. Juniarti, D., "Teknologi Proses Pencangkakan Akrilat pada Karet Alam menggunakan Inisiator Hidrogen Peroksida", Skripsi, tidak diterbitkan, Fakultas Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 2008.

LAMPIRAN A

ALAT PENGUJIAN TITIK LEMBEK



Steel Ball 9,5 mm



Ring



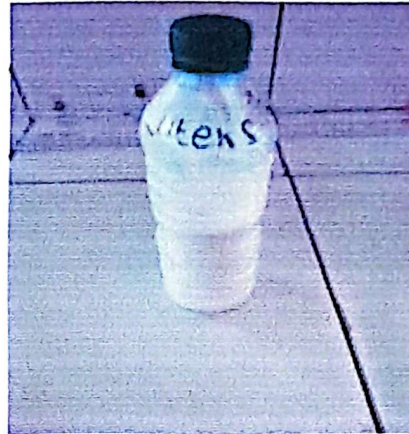
Penyangga



Rangkaian alat titik lembek

LAMPIRAN B**BAHAN**

Trans-polioktenamer



Lateks

LAMPIRAN C

SAMPEL PENELITIAN



Gumpalan Lateks (penangas air)



Aspal modifikasi polimer



Sampel percobaan



Pencampuran lateks dan aspal

LAMPIRAN D

PROSEDUR UJI MUTU LATEKS PEKAT

1. Persiapan Lateks pekat

Uji mutu Lateks Pekat

1.1 Kadar Jumlah Padatan (KJP) (ASTM D 1076-02)

Kadar Jumlah Padatan (KJP) bertujuan untuk menunjukkan total jumlah karet dan bahan non karet yang terdispersi dalam koloid lateks. Lateks dinilai berkualitas baik apabila memiliki kadar karet kering tinggi namun kadar bahan non karet yang rendah [5]. Proses uji KJP dapat dilihat sebagai berikut :

Lateks ditambahkan dengan akuades lalu dipanaskan diatas penangas air sampai berbentuk film, kemudian dimasukan kedalam lemari pengering dan ditimbang hingga bobotnya tetap. Langkah proses yang lebih terperinci sebagai berikut :

Lateks dimasukan kedalam botol timbang dan kemudian ditimbang dengan ketelitian 1 mg (W_1). Lalu diambil sebanyak $2,5 \pm 0,5$ g dari botol timbang kedalam cawan alumunium yang sudah diketahui bobotnya (W_2) kemudian diratakan. Timbang kembali botol timbang berisi sisa lateks (W_3). Kemudian tambahkan 1 cm^3 akuades. Masukan cawan lateks kedalam lemari pengering bersuhu $100 \pm 2^\circ C$, biarkan selama 2 jam. Dinginkan didalam desikator pada temperatur kamar. Timbang cawan berisi film kering hingga bobot tetap dengan perbedaan berat tidak lebih dari 1 mg (W_4). Uji ini dikerjakan dua kali (duplo) dengan perbedaan hasil tidak lebih dari 0,15%. Kadar jumlah padatan adalah rata-rata hasil dua kali pengerjaan.

Perhitungan :

$$\text{Kadar jumlah padatan, \%} = \frac{W_4 - W_2}{W_1 - W_3} \times 100\%$$

Dimana :

$W_4 - W_2$ = Bobot padatan kering

$W_1 - W_3$ = Bobot contoh

1.2 Kadar Karet Kering (KKK) (ASTM D 1076-02)

Kadar Karet Kering (KKK) merupakan parameter terukur yang menunjukkan persentase jumlah partikel karet yang telah dikeringkan dalam lateks tersebut. Semakin tinggi KKK maka kandungan karet pada lateks akan semakin tinggi dan lateks semakin pekat. Sebaliknya, semakin rendah KKK maka kandungan karet pada lateks akan semakin rendah dan lateks semakin encer [22]. Proses uji KKK dapat dilihat sebagai berikut :

Timbang botol timbang yang telah berisikan contoh lateks (W_1). Tuangkan 10 gram contoh lateks pekat sebanyak 1 mg ke dalam piringan porselin. Botol timbang ditimbang kembali (W_2), perbedaan bobot antara kedua penimbangan adalah bobot contoh (W). Tambahkan asam asetat (CH_3COOH) 2% M sambil diaduk hingga terbentuk gumpalan sempurna, ditandai dengan terbentuknya serum yang jernih (untuk lateks digumpalkan dengan penambahan 20 ml HCL 2%). Untuk mempercepat penggumpalan cawan berisi lateks tersebut dipanaskan pada penangas air selama $\pm 15-30$ menit. Jika serum masih keruh, tambahkan lagi asam sampai didapat serum yang jernih, jika masih keruh, ulangi pengerjaan dari awal. Gumpalan digiling 5 kali hingga terbentuk krep, penggilingan dilanjutkan untuk mengatur agar tebal krep maksimum 2 mm. Keringkan krep didalam lemari pengering pada suhu $70 \pm 2^\circ C$. Jika terjadi oksidasi ujidiulangi dengan pengeringan pada suhu $55 \pm 2^\circ C$. Krep yang telah kering didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Ulangi pengeringan dan penimbangan sampai bobot tetap (W_K) dengan perbedaan berat tidak lebih dari 1 mg. Uji ini dikerjakan 2 kali (duplo) dengan perbedaan hasil tidak lebih dari 0,2 %. Hasil dari KKK adalah rata-rata dari dua kali pengerjaan.

Perhitungan :

$$\% \text{ KKK} = \frac{W_K}{W} \times 100$$

Dimana,

KKK = Kadar Karet Kering, %

W_K = Bobot krep kering, g

$W = \{W_1 - W_2\}$, g

1.3 Penetapan Kadar Alkalinitas atau Kadar Amonia (ASTM D 1076-02)

Kadar amonia merupakan sifat lateks pekat yang tidak berubah oleh waktu selama tempat penyimpanan lateks pekat tertutup rapat. Untuk pengujian alkalinitas dibutuhkan persiapan contoh terlebih dahulu sebagai berikut : Masukkan sejumlah ± 5 g lateks kedalam botol timbang 10 cm³. Timbang botol timbang yang telah berisi lateks dengan ketelitian 1 mg (W_1). Tuangkan lateks ke dalam gelas piala yang telah berisi 300 ml air akuades. Botol timbang ditimbang kembali (W_2), perbedaan bobot botol timbang adalah bobot contoh (W).

Siapkan contoh uji seperti pada persiapan contoh. Tambahkan 6 tetes indikator *methyl red* dengan konsentrasi 0,10%. Titrasi dengan HCl 0,1 N sedikit demi sedikit diaduk sampai tercapai titik ekuivalen, yaitu apabila larutan berubah dari kering menjadi merah jambu (*pink*). Catat penggunaan HCl 0,124 N (V).

Perhitungan :

Total Alkalinitas, dihitung sebagai % NH₃ dalam fase lateks

$$\% \text{NH}_3 = \frac{(1,7 \times V \times N)}{W}$$

Dimana,

N = Normalitas larutan HCl

V = Volume HCl 0,124 N yang dibutuhkan

W = Bobot contoh ($W_1 - W_2$), g

TS = Kadar jumlah padatan

1.4 Penetapan Waktu Kemantapan Mekanis (WKM) (ASTM D 1076-02)

Timbang 100 g lateks yang telah dihomogenkan ke dalam erlenmeyer 250 cm³. Kemudian, panaskan lateks pada penangas air hingga suhu 36-37°C saring lateks dengan penyaring 80 mesh kedalam *container* hingga dapat 80 g saringan. Tempatkan *container* berisi lateks bersuhu 35°C pada alat *Klaxon*. Aduk lateks pada kecepatan 14000 \pm 200 rpm (*stopwatch* dihidupkan) sambil tetap daduk tiap 15 detik sampel diambil dengan cara menyentuhkan ujung kaca pengaduk kedalam piringan petri yang telah berisi air, amati keadaan lateks dalam air tersebut. Pengamatan dihentikan jika flokulan telah terbentuk berupa bintik-bintik putih yang tidak pecah akibat guncangan.

Perhitungan :

$$V = \frac{100 \times KJP}{55} - 100$$

WKM = (Sesuai dengan waktu yang ditunjukkan *stopwatch* pada saat akhir pengamatan, dan dinyatakan dalam detik). Penetapan WKM dilakukan oleh pusat penelitian karet.

1.5 Penetapan Viskositas (ASTM D 1076-02)

Pada metode ini sebuah *spindle* dicelupkan kedalam cairan yang akan diukur viskositasnya. Gaya gesek antara permukaan *spindle* dengan cairan akan menentukan tingkat viskositas cairan.

1.6 Penetapan Bilangan KOH (ASTM D 1076-02)

Timbang sejumlah lateks dengan 50 g didalam piala gelas 400 cm³ (W). Tentukan pH pada suhu $23 \pm 1^\circ\text{C}$ dengan pH-meter sebagai pH lateks. Tambahkan formaldehida (CH₂O) 5% hingga kadar amonia menjadi 0,5% terhadap fasa air (V_f). Tambahkan akuades sehingga KJP menjadi 30% (V_a). Ukur pH meter, tambahkan perlahan-lahan 5 cm³ larutan KOH sambil diaduk setelah 10 detik pH dicatat, penambahan KOH diakhiri pada saat perubahan pH mencapai maksimum.

Perhitungan :

Penimbangan lateks

$$W = \frac{100 \times 50}{KJP}$$

Volume Formaldehida (CH₂O) yang diperlukan

$$V_f = \frac{\{(0,5 \times KJP) + [100 \times \%NH_3] - 50\} \times W}{189}$$

Volume akuades yang diperlukan

$$V_a = \frac{100 \times 50}{30} - (W + V_f)$$

$$\text{Bil. KOH} = \frac{561 \times V \times N}{W \times KJP}$$

Dimana,

V = Volume KOH pada titik akhir

LAMPIRAN E

PERHITUNGAN PERHITUNGAN UJI MUTU LATEKS PEKAT DAN PERHITUNGAN RENDEMEN

I. Uji mutu lateks pekat

I.1 Kadar Jumlah Padatan (KJP)

Dalam penentuan Kadar Jumlah Padatan (KJP) digunakan duplo pada sampel.

Data : Piringan Alumunium

Kode A	: 24,392 gram
Kode B	: 23,958 gram
Lateks dalam botol 1 (W_1)	: 69,712 gram
Setelah sekali dituang ke-2 (W_3)	: 66,228 gram
Setelah sekali dituang ke-3	: 62,501 gram
Berat setelah masuk ke oven (W_4)	
Kode A	: 26,474 gram
Kode B	: 26,185 gram

Catatan : $W_4 - W_2 =$ Bobot Padatan Kering

$W_1 - W_3 =$ Bobot Contoh

$$\% \text{ KJP} = \frac{W_4 - W_2}{W_1 - W_3} \times 100$$

$$\begin{aligned} \% \text{ KJP kode A} &= \frac{26,474 - 24,392}{69,712 - 66,228} \times 100 \\ &= 59,758 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ KJP kode B} &= \frac{26,185 - 23,958}{66,228 - 62,501} \times 100 \\ &= 59,753 \end{aligned}$$

$$\% \text{ KJP} = \frac{59,758 + 59,753}{2} = 59,75$$

I.2 Kadar Karet Kering (KKK)

Data : $W_1 = 93,448$ gram

$W_2 = 82,704$ gram

$W = W_1 - W_2$

$$= (93,448 - 82,704) = 10,745 \text{ gram}$$

Kode A

$$W \text{ cawan} = 82,704 \text{ gram}$$

$$\text{Krep Kering} = 6,279 \text{ gram}$$

Kode B

$$W \text{ cawan} = 71,892 \text{ gram}$$

$$\text{Krep Kering} = 6,302 \text{ gram}$$

$$\% \text{ KKK} = \frac{Wk}{W} \times 100$$

$$\begin{aligned} \% \text{ KKK kode A} &= \frac{6,279}{10,745} \times 100 \\ &= 58,44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ KKK kode B} &= \frac{6,302}{10,745} \times 100 \\ &= 59,65 \end{aligned}$$

$$\% \text{ KKK} = \frac{59,44 + 59,65}{2} = 59,54$$

I.3 Kadar Alkalinitas

$$V = 7,7 \text{ mL}$$

$$N (\text{HCl}) = 0,123$$

$$W_1 = 71,088 \text{ gram}$$

$$W_2 = 68,685 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} W &= W_1 - W_2 \\ &= (71,088 - 68,685) \text{ gram} \\ &= 2,403 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ NH}_3 &= \frac{(1,7 \times V \times N)}{W} \\ &= \frac{(1,7 \times 7,7 \times 0,123)}{2,403} = 0,67 \end{aligned}$$

I.4 Viskositas

Speed yang digunakan 60 rpm, maka *factornya* 1 (dilihat pada alat)

Dial reading factor = *viscosity in centipoise* (mPa.s)

$$\begin{aligned} \text{Dial reading} &= 98 \times 1 \\ &= 98 \text{ cP} \end{aligned}$$

I.6 Penetapan bilangan KOH

$$\text{Data = pH} = 10,96$$

$$\text{KJP} = 59,75\%$$

$$\text{KKK} = 59,54\%$$

$$\text{V} = 8,6 \text{ mL}$$

$$\text{N (KOH)} = 0,427 \text{ N}$$

$$\text{W} = \frac{100 \times 50}{\text{KJP}}$$

$$= \frac{100 \times 50}{59,75}$$

$$= 83,68 \text{ gram}$$

$$\text{V}_f = \frac{\{(0,5 \times \text{KJP}) + [100 \times \% \text{NH}_3] - 50\} \times \text{W}}{189}$$

$$= \frac{\{(0,5 \times 59,75) + [100 \times 0,67] - 50\} \times 83,68}{189}$$

$$= 20,75 \text{ mL}$$

$$\text{V}_a = \frac{100 \times 50}{30} - (\text{W} + \text{V}_f)$$

$$= \frac{100 \times 50}{30} - (83,68 + 20,75)$$

$$= 62,21 \text{ mL}$$

$$\text{Bilangan KOH} = \frac{561 \times \text{V} \times \text{N}}{\text{W} \times \text{KJP}}$$

$$= \frac{561 \times 8,6 \times 0,427}{83,68 \times 59,75}$$

$$= 0,427$$

II. Perhitungan Rendemen

Sampel yang dibuat terdiri dari 18 sampel dan 3 kontrol (aspal, aspal dan lateks pravulkanisasi) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{berat aspal setelah dipindah}}{\text{berat aspal sebelum dipindah}} \times 100$$

Berikut contoh perhitungan % rendemen pada sampel :

1. Sampel B1 (3 jam, 3% trans-polioktenamer, 150°C)

$$\% \text{ rendemen} = \frac{898,3 \text{ gram}}{961,3 \text{ gram}} \times 100$$

$$= 93,4\%$$

2. Sampel B2 (4 jam, 3% trans-polioktenamer, 150°C)

$$\begin{aligned}\% \text{ rendemen} &= \frac{921,9 \text{ gram}}{984,7 \text{ gram}} \times 100 \\ &= 93,6\%\end{aligned}$$

3. Sampel B3 (5 jam, 3% trans-polioktenamer, 150°C)

$$\begin{aligned}\% \text{ rendemen} &= \frac{951,5 \text{ gram}}{999,0 \text{ gram}} \times 100 \\ &= 95,2\%\end{aligned}$$