

No. Doc: 6470
6474

D 678.62
S20
S

LAPORAN TUGAS AKHIR
SINTESIS DAN KARAKTERISASI ASPAL KARET DARI
CAMPURAN ASPAL PEN 60 DAN LATEKS
PRAVULKANISASI DENGAN PENAMBAHAN *TRANS-*
POLYOCTENAMER
DI PUSAT PENELITIAN KARET BOGOR
(Agustus 2018 - Juni 2019)



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	03/08/2022
No Induk Buku	543/TKP/SB/TA/22

OLEH :

TIARA RAMADHANTI SANTOSO 1515045

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

2019

SUMBANGAN ALUMNI

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI ASPAL KARET DARI CAMPURAN
ASPAL PEN 60 DAN LATEKS PRAYULKANISASI DENGAN
PENAMBAHAN *TRANS-POLYOCTENAMER***

DISUSUN OLEH :

NAMA : TIARA RAMADHANTI SANTOSO

NIM : 1515045

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, 21 Juni 2019

Menyetujui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR

SINTESIS DAN KARAKTERISASI ASPAL KARET DARI
CAMPURAN ASPAL PEN 60 DAN LATEKS PRAVULKANISASI DENGAN
PENAMBAHAN *TRANS-POLYOCTENAMER*

DISUSUN OLEH :

NAMA : TIARA RAMADHANTI SANTOSO

NIM : 1515045

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik
Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta pada hari Kamis 18 Juli 2019.

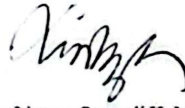
Jakarta, Agustus 2019

Penguji



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

Penguji



Dr. Ir. Lintong Sopandi H., M.ChE
NIP. 195803221986031002

Penguji



Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM
NIP. 195702141985031002

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004



Nomor
Lampiran
Perihal

018 /SJ-IND 7.2/VI/2018

Jakarta, 29 Juni 2018

Permohonan Penelitian

Kepada
Yth Bapak/Ibu Pimpinan
Direktur Pusat Balai Penelitian Teknologi
Karet
Jl. Salak No 1 Babakan Bogor Tengah Jawa
Barat

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah

No.	Nama	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Tiara Ramadhanti Santoso	1515045	Teknologi Proses

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Pembantu Direktur I,



Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T

NIP. 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal



PUSAT PENELITIAN KARET

Indonesian Rubber Research Institute

R. Selak No. 1 Bogor 16131 Indonesia | Phone : (0251) 8319817 - 8352732 | Fax : (0251) 8324047
Email : ppkbogor@puatikaret.co.id; ppkbogor@gmail.com | web : www.puatiikaret.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 7.2/VII/2018, tanggal 29 Juni 2018 perihal tersebut di atas, maka kami sampaikan bahwa kami dapat memberikan ijin kepada Mahasiswi yang bernama :

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

Mahasiswi tersebut akan ditempatkan di bawah bimbingan Ibu Santhi Puspitasari, M.Si (Peneliti). Selanjutnya kepada Mahasiswi 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 kerjasamanya yang baik kami sampaikan terima kasih.

PUSAT PENELITIAN KARET
Pimpinan Hanan,


Arief Ramadhan, M.Si
Kepala Urusan TOP

Kerjasama kami sangat diharapkan seluas-luasnya (Please address all letters directly to this number)

Balai Penelitian (Research Centre):

- **BALAI PENELITIAN SUNGAI PUTIH (Sungai Putih Research Centre)**
Sungai Putih - Cawang Sumatera Utara P O Box 1413 Medan 20061 | Phone (061) 7190046, Fax (061) 7190046 | e-mail : balai@indosat.net.id, www.balipk.com
- **BALAI PENELITIAN SEMERANG (Semarang Research Centre)**
Jl. Raya Palembang 7 Balai 1 no 19, 20 Box 1137 Palembang 31001, Sumatera Selatan | Phone : (0711) 7439410, 7439468, Fax : (0711) 7419202
e-mail : balai@indosat.net.id, www.balipalembang.com
- **BALAI PENELITIAN CEGAS (Cegas Research Centre)**
Jl. Patimura 1 no 4 Balai Pas 104, Selatiga Jawa Tengah | Phone (0270) 323600, Fax : (0270) 323078 | e-mail : rnh@indosat.net.id

**LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN TUGAS
AKHIR**

Nama : Tiara Ramadhanti Santoso
 NIM : 1515045
 Judul TA Penelitian : Sintesis dan Karakterisasi Aspal Karet dari Campuran Aspal Pcn 60 dan Lateks Pruvulkanisasi dengan Penambahan *Trans-Polyoctenamer*.
 Pembimbing : Ir. Roosmariharso, MBA

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
21 Februari 2019	Bab I	Revisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian	
06 Maret 2019	Bab I	Revisi	
20 Maret 2019	Bab I & II	Revisi Bab II	
29 Maret 2019	Bab II	Revisi	
12 April 2019	Bab III	Revisi	
26 April 2019	Bab III	Revisi	
08 Mei 2019	Bab IV	Revisi	
16 Mei 2019	Bab IV	Revisi	
21 Mei 2019	Bab IV	Revisi	
23 Mei 2019	Bab IV	Revisi	
24 Mei 2019	Bab IV & V	Ditambahkan kesimpulan & hasil	
29 Mei 2019	Abstrak, PPT	Revisi	

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer

Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing

Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Tiara Ramadhanti Santoso

NIM : 1515045

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :“Sintesis dan Karakterisasi Aspal Karet dari Campuran Aspal Pen 60 dan Lateks Pravulkanisasi dengan Penambahan *Trans-Polyoctanamer*”.

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survey 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 Penelitian 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 ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang diatas, maka karya Tugas Akhir ini dibatalkan.

Jakarta, 21 Juni 2019

Yang Membuat Pernyataan



Tiara Ramadhanti Santoso

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di Pusat Penelitian Karet Bogor dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Aspal Karet dari Campuran Aspal Pen 60 dan Lateks Pravulkanisasi dengan Penambahan *Trans-Polyoctenamer*”. Laporan Tugas Akhir ini dilakukan dan diajukan sebagai salah satu syarat akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga pada penyusunan Laporan Tugas Akhir. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan bantuan dukungan material dan moril kepada penulis.
3. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
4. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dan dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing saya dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
6. Bapak Arief Ramadhan, M.Si, yang telah memberikan kesempatan untuk bekerja sama dengan pihak Pusat Penelitian Karet Bogor dalam melakukan penelitian ini.
7. Ibu Santi Puspitasari, M.Si selaku Peneliti yang membimbing penulis dalam melakukan penelitian ini.
8. Bapak Henry Prastanto, M.Eng dan Bapak Asron Ferdian Falah, S.T selaku peneliti yang membantu jalannya penelitian ini.

9. Ibu Woro Andriani, S.Si, Bapak Jaenal, S.T, Bapak Aos Kosasih, Bapak Winda Dahri selaku teknisi pada penelitian ini.
 10. Teman-teman BKKMTKI daerah 2 yaitu Herawati, Elis, Adnan, Hasan, Silvia, Laras, Siddiq, Fauziah, Putri, Derry, Ririn, Ica, Yuli dan Fasya yang telah berbagi pengalaman yang berharga selama kuliah serta telah memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
 11. Teman-teman jurusan Teknik Kimia Polimer angkatan 2015 yang memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
 12. Keluarga besar Jurusan Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta
- Akhir kata, penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan informasi yang baik bagi para pembaca.

Jakarta, Juni 2019

Penulis

ABSTRAK

Akhir-akhir ini aspal banyak menggunakan tambahan karet untuk meningkatkan kualitas pada aspal, sehingga dapat mengurangi kerusakan pada aspal di jalan. Penelitian ini mencoba menambahkan *trans-polyoctenamer* pada campuran aspal karet yaitu aspal penetrasi 60 dan lateks pravulkanisasi. Yang diharapkan dapat meningkatkan nilai titik lembek dan nilai rendemen. Penelitian ini menggunakan lateks pravulkanisasi sebanyak 7% dan beberapa variasi yaitu temperatur pencampuran (150°C;160°C), variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* (3% ; 4,5% ; 6%) dan variasi waktu pencampuran (3 jam ; 4 jam ; 5 jam). Metode penelitian yang digunakan adalah metode pencampuran skala laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rendemen yang tertinggi (96,6%) yaitu dengan waktu pencampuran selama 3 jam, temperatur pencampuran 150°C, konsentrasi *trans-polyoctenamer* 3% dan untuk nilai titik lembek yang tertinggi (68°C) yaitu dengan waktu pencampuran selama 5 jam, temperatur pencampuran 160°C, konsentrasi *trans-polyoctenamer* 3%.

Kata kunci : aspal penetrasi 60, aspal karet, lateks pravulkanisasi, *trans-polyoctenamer*, titik lembek, rendemen.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERMOHONAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR KETERANGAN PENERIMAAN TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sejarah Penelitian	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Lateks Pekat.....	7
2.2.2 <i>Trans-Polyoctenamer</i>	9
2.2.3 Aspal	9
2.2.4 Aspal Karet.....	11
2.2.5 Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet.....	12
2.2.6 Perhitungan Rendemen Aspal Karet.....	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan	15
3.3 Variabel.....	15
3.3.1 Variabel Tetap	15
3.3.2 Variabel Bebas	16
3.5 Prosedur Penelitian.....	18
3.5.1 Persiapan Bahan dan Alat	18
3.5.2 Karakterisasi Bahan Lateks Pekat	18
3.5.3 Merancang Komposisi Bahan	21
3.5.4 Penimbangan Bahan	22
3.5.5 Sintesis Aspal Karet.....	22
3.5.6 Karakterisasi Sampel Aspal Karet.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Karakterisasi Bahan Baku Lateks Pekat.....	27
4.2 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Karet	28
4.3 Hasil Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet	30
BAB V PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN A	38
LAMPIRAN B	40
LAMPIRAN C	41
LAMPIRAN D	42
LAMPIRAN E.....	46
LAMPIRAN F.....	47
LAMPIRAN G	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Negara-negara Produsen Karet di Dunia, Tahun 2009-2013.....	1
Gambar II.1	Struktur <i>Trans-polyoctenamer</i>	9
Gambar II.2	Komposisi dari Aspal.....	10
Gambar III.1	Diagram Alir Penelitian Sintesis Aspal Karet.....	17
Gambar III.2	Media Perhitungan Rendemen.....	24
Gambar III.3	Rangkaian Alat <i>Ring and Ball</i>	24
Gambar IV.1	Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Karet dan Penambahan <i>Trans-polyoctenamer</i> dengan Temperatur 150°C.....	28
Gambar IV.2	Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Karet dan Penambahan <i>Trans-polyoctenamer</i> dengan Temperatur 160°C.....	29
Gambar IV.3	Hasil Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet dan Penambahan <i>Trans-polyoctenamer</i> dengan Temperatur 150°C.....	30
Gambar IV.4	Hasil Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet dan Penambahan <i>Trans-polyoctenamer</i> dengan Temperatur 150°C.....	31

DAFTAR TABEL

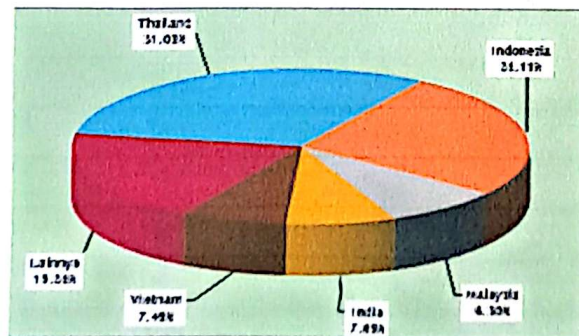
Tabel II.1 Karakteristik Bahan Baku Lateks Pekat.....	8
Tabel II.2 Sifat Fisik Aspal Penetrasi 60.....	11
Tabel III.1 Temperatur Pencampuran, Waktu Pencampuran, Konsentrasi <i>Trans-polyoctenamer</i>	16
Tabel IV.1 Hasil Karakterisasi Bahan Baku Lateks Pekat.....	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan produsen karet di Dunia pada tahun 2009-2013, membuat Indonesia menjadi produsen karet nomor dua setelah Thailand. Dimana Thailand menduduki peringkat pertama dengan perolehan angka sebesar 31,03% atau sekitar 3,39 juta ton, di lanjut lagi dengan Indonesia yang menduduki peringkat kedua dengan perolehan angka sebesar 26,11% atau sekitar 2,86 juta ton, kemudian Malaysia yang menduduki peringkat ketiga dengan perolehan angka 8,30% dan negara berikutnya secara berturut-turut adalah India dengan perolehan angka sebesar 7,85% dan Vietnam dengan perolehan angka sebesar 7,45% (Nuryati dkk, 2015).



Gambar I.1

Gambar I.1 Negara-negara Produsen Karet di Dunia, Tahun 2009-2013

Sumber : Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian 2015

Oleh karena itu, Indonesia sebagai salah satu produsen karet Dunia harus mulai mengembangkan penggunaan karet alam yaitu penggunaan lateks sebagai bahan campuran pada pembuatan aspal karet (Hermadi & Ronny, 2015). Disamping itu, lateks yang akan digunakan pada campuran pembuatan aspal karet harus melalui proses pravulkanisasi terlebih dahulu. Dengan adanya penambahan lateks ke dalam campuran aspal, yang diharapkan dapat memperbaiki

beberapa parameter yang ada pada aspal yaitu meningkatkan titik lembek, elastisitas, dan kelengketannya supaya menjadi lebih awet dari aspal biasa (Sokoastri, 2018). Sedangkan dengan penambahan *trans-polyoctenamer* bertujuan untuk mengurangi lengket, bau dan dapat menghasilkan disperse partikel yang lebih baik.

Berdasarkan penambahan lateks pravulkanisasi pada pembuatan aspal karet, aspal yang digunakan adalah aspal pen 60. Aspal tipe ini memiliki jenis penetrasi yang rendah dan sangat cocok untuk negara yang beriklim tropis seperti Indonesia, sedangkan aspal yang memiliki jenis penetrasi yang tinggi lebih cocok untuk negara yang memiliki iklim dingin (Pradani, 2013).

Penambahan lateks pravulkanisasi ke dalam campuran aspal dengan konsentrasi lateks 7% dapat menghasilkan aspal karet yang lebih baik daripada campuran aspal dengan lateks karet alam pekat murni karena adanya ikatan silang yang dapat membuat aspal karet memiliki sifat elastisitas yang baik dan temperatur pencampuran antara aspal dengan lateks sekitar 140°C – 150°C (Prastanto dkk., 2018).

Ditemukan bahwa penggunaan karet remah dan *trans-polyoctenamer* dalam campuran aspal dapat menaikkan nilai titik lembek pada aspal. Penambahan karet remah sebanyak 12% dan konsentrasi *trans-polyoctenamer* sebanyak 4,5%. Pencampuran yang dilakukan pada suhu $\pm 170^\circ\text{C}$ hingga campuran menjadi homogen. Ada banyak pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian titik lembek, dimana titik lembek pada sampel yang menjadi kontrol yaitu aspal penetrasi 80/100 sebesar 44,25°C dan titik lembek pada campuran aspal penetrasi 80/100, karet remah 12% dan dosis *trans-polyoctenamer* 4,5% sebesar 53°C (Katman dkk., 2015)

Oleh karena itu, pembuatan aspal karet dengan penambahan lateks pravulkanisasi dan *trans-polyoctenamer* ini dapat menjadi solusi dari beberapa kerusakan yang ada di jalan seperti keretakan yang disebabkan oleh air yang masuk ke dalam struktur aspal sehingga membuat jalan yang beraspal menjadi berlubang dan jalan bergelombang karena aspal yang ada pada struktur perkerasan

jalan memiliki titik lembek yang rendah (Prastanto dkk, 2015). Maka dari itu, diperlukan aspal yang dapat tahan terhadap kenaikan temperatur di jalan atau titik lembeknya lebih tinggi (Hermadi & Ronny, 2015).

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memperoleh hasil karakterisasi titik lembek dan perhitungan rendemen yang sesuai dengan kondisi yang ada pada perkerasan jalan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang disampaikan, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sintesis aspal karet dari campuran aspal penetrasi (pen) 60 dan lateks pravulkanisasi dengan penambahan *trans-polyoctenamer* menggunakan metode pencampuran skala laboratorium?
2. Bagaimana pengaruh dari variasi waktu pencampuran, variasi temperatur pencampuran dan variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* terhadap rendemen aspal karet?
3. Bagaimana pengaruh dari variasi waktu pencampuran, variasi temperatur pencampuran dan variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* terhadap titik lembek aspal karet?

1.3 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian, ditetapkan batasan masalah agar penelitian bersifat spesifik dan terarah. Batasan masalah yang ditetapkan adalah:

1. Bahan yang digunakan adalah aspal penetrasi (pen) 60, lateks pravulkanisasi dan *trans-polyoctenamer*.
2. Metode sintesis yang digunakan adalah metode pencampuran skala laboratorium.
3. Lateks pravulkanisasi yang dicampurkan ke dalam aspal sebanyak 7%wt pada semua sampel.
4. Variasi waktu pencampuran yang digunakan untuk masing-masing sampel secara total adalah 3 jam; 4 jam; 5 jam.
5. Variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* yang digunakan untuk masing-masing sampel secara total adalah 3%wt; 4,5%wt; 6%wt.

6. Variasi temperatur pencampuran yang digunakan untuk masing-masing sampel secara total adalah 150°C dan 160°C.
7. Karakterisasi yang dilakukan pada sampel aspal karet adalah titik leleleh dan perhitungan rendemen.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Melakukan sintesis aspal karet dari campuran aspal penetrasi (pen) 60 dan lateks pravlukanisasi dengan penambahan *trans-polyoctenamer* menggunakan metode pencampuran skala laboratorium.
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu, variasi temperatur pencampuran dan variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* terhadap rendemen aspal karet.
3. Mengetahui pengaruh variasi waktu pencampuran, variasi temperatur pencampuran dan variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* terhadap titik leleleh aspal karet.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan dan wawasan ilmiah dalam bidang teknik kimia dengan material polimer maupun elastomer sebagai bahan penelitian.
2. Pengembangan teknologi untuk meningkatkan konsumsi karet alam.
3. Mengembangkan dan memperluas aplikasi penggunaan *trans-polyoctenamer* ke dalam aspal karet berbasis lateks pravlukanisasi.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk mempermudah pembahasan dalam penelitian, maka dibuat sistematika penulisan yang sudah ditetapkan, yang terdiri dari 5 (lima) bab yang saling berkesinambungan, yaitu:

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 penelitian dan manfaat penelitian yang akan dilakukan, dan penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai tinjauan pustaka yang meliputi lateks pekat, lateks pravulkanisasi, *trans-polyoctenamer*, aspal penetrasi (pen) 60, karakterisasi titik lembek aspal karet, perhitungan rendemen aspal karet.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai waktu dan tempat penelitian, bahan baku dan alat yang digunakan, variabel penelitian, diagram penelitian, prosedur penelitian, tahapan sintesis aspal karet dari campuran aspal penetrasi (pen) 60 dan lateks pravulkanisasi dengan penambahan *trans-polyoctenamer* dan karakterisasi sampel aspal karet.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai data hasil karakterisasi titik lembek aspal karet dan perhitungan rendemen aspal karet, analisis data berdasarkan grafik hasil pengujian dan pembahasan terhadap hasil pengujian dan analisis data.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi dua bagian yaitu kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Penelitian

Prastanto (2014) telah melakukan penelitian tentang depolimerisasi karet alam secara mekanis untuk bahan aditif aspal. Karet alam yang digunakan dalam penelitian ini adalah karet remah SIR 20 yang mengalami proses depolimerisasi dan aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60. Karet yang akan dicampurkan kedalam aspal panas bersuhu 160°C dengan konsentrasi karet yang digunakan yaitu 3%, 5%, dan 7% terhadap berat aspal. Salah satu pengujian aspal karet yang dilakukan adalah titik lembek yang sesuai dengan SNI 06-2434-1991. Jika konsentrasi kadar karet terhadap aspal sebesar 0% (tanpa penambahan karet), maka nilai titik lembeknya sebesar 51°C, sedangkan jika konsentrasi kadar karet sebesar 3%, 5%, dan 7% (dengan penambahan karet) maka kisaran nilai titik lembeknya antara 53°C sampai 57°C. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa depolimerisasi karet alam dapat mempercepat kelarutan karet alam yang berupa padatan kedalam aspal dan pengaruh penambahan karet alam depolimerisasi pada aspal bisa membuat titik lembek aspal menjadi lebih tinggi dari titik lembek kontrolnya (aspal penetrasi 60, kadar karet 0%). Dalam penelitian ini konsentrasi kadar karet paling tinggi adalah 7%, maka dipastikan titik lembeknya lebih tinggi daripada konsentrasi kadar karet lainnya yaitu 56,5°C.

Prastanto dkk (2018) telah melakukan penelitian tentang sifat fisika aspal modifikasi karet alam pada berbagai jenis dan dosis lateks karet alam. Sebagai bahan utama, aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60. Lateks karet alam yang digunakan adalah lateks karet alam pekat murni, lateks karet alam kationik, dan lateks karet alam yang telah dipravulkanisasi. Dosis lateks yang ditambahkan sebanyak 3%, 5%, dan 7%. Pencampuran antara aspal dengan lateks karet alam diperlukan temperatur sekitar 140°C-150°C. Menurut hasil pengujian dari penelitian ini adalah campuran aspal dengan lateks karet alam pravulkanisasi

pada dosis lateks 7% menghasilkan aspal karet yang lebih baik daripada campuran aspal dengan lateks karet alam pekat murni karena adanya ikatan silang yang dapat membuat aspal karet memiliki sifat elastisitas yang baik, tetapi campuran aspal dengan lateks karet alam pravulkanisasi pada dosis lateks 7% memiliki nilai titik lembek lebih rendah daripada aspal yang dicampurkan dengan lateks karet alam kationik yaitu 52,5°C, namun campuran aspal dengan lateks karet alam pravulkanisasi pada dosis lateks 7%, memiliki sifat elastis yang lebih tinggi karena adanya ikatan silang pada karet yang dicampurkan.

Katman dkk (2015) telah melakukan penelitian tentang evaluasi deformasi permanen pada campuran aspal dengan karet remah. Bahan utama yang digunakan adalah aspal penetrasi 80/100, karet remah dan penambahan bahan aditif yaitu *trans-polyoctenamer* atau nama merek dagangnya disebut vestenamer. Kadar karet yang digunakan sebesar 12% dan kadar *trans-polyoctenamer* sebesar 4,5%. Pencampuran yang dilakukan pada suhu $\pm 170^{\circ}\text{C}$ hingga campuran menjadi homogen. Ada banyak pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian titik lembek, dimana titik lembek pada sampel yang menjadi kontrol yaitu aspal penetrasi 80/100 sebesar 44,25°C dan titik lembek pada campuran aspal penetrasi 80/100, karet remah 12% dan dosis *trans-polyoctenamer* 4,5% sebesar 53°C. Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan *trans-polyoctenamer* dapat menaikkan nilai titik lembek pada aspal.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Lateks Pekat

Lateks pekat merupakan salah satu jenis karet alam yang berupa cairan putih seperti susu yang telah dipekatkan, namun ada beberapa cara yang digunakan untuk proses pemekatan pada lateks, diantaranya adalah sentrifugasi, pendadihan dan penguapan (Iriansyah, 2005). Lateks pekat dapat digunakan untuk bahan utama dalam pembuatan suatu produk karet dan sebagai bahan campuran pada pembuatan aspal karet.

Selain itu, lateks pekat akan bersifat stabil jika dalam kondisi cair dan tidak akan mudah terkoagulasi jika dicampurkan secara kimiawi, namun jika lateks

pekat yang bersifat tidak stabil akan sangat mudah terkoagulasi sehingga tidak dapat dicampurkan dengan zat pemodifikasi seperti aspal, karena akan sulit bercampur dengan lateks. Lateks yang sudah dipekatkan berguna untuk menaikkan kadar karet kering (KKK), karena semakin tinggi nilai kadar karet kering lateks dan kadar non karet yang dimiliki rendah maka akan menghasilkan lateks yang baik (Prastanto dkk, 2018). Biasanya kadar karet kering (KKK) yang baik untuk lateks adalah minimal 60%. Dengan komposisi yang terkandung dalam lateks pekat yaitu karet bersih sebanyak 60% dan air sebanyak 40% (Iriansyah, 2005). Adapun karakteristik bahan baku pada lateks karet alam pekat murni tercantum pada tabel II.1

Tabel II. 1 Karakteristik Bahan Baku Lateks Pekat

Parameter	Standar Mutu
Kadar karet kering, KKK, (%)	Min 59.8
Kadar Jumlah Padatan, KJP, (%)	Min 61.3
Kadar Bahan non Karet, KJP-KKK, (%)	Maks 2
Kadar Alkalinitas NH ₃ , (%)	Min 0.60
Bilangan KOH	Maks 0.8
Waktu Kemantapan Mekanik, WKM, (detik)	Min 650

Sumber: Prastanto dkk, 2018

a. Lateks Pravulkanisasi

Lateks pravulkanisasi merupakan lateks yang mengalami proses vulkanisasi selama 2-4 jam dengan temperatur sekitar 50°C-70°C. Pada proses vulkanisasi diperlukan bahan-bahan kimia sebagai penunjang terjadinya proses vulkanisasi diantaranya adalah bahan pencepat, bahan pengaktif, bahan penstabil, bahan pemvulkanisasi, dan antioksidan. Pada saat pencampuran aspal dengan lateks, lateks yang masih segar tidak dapat dicampur secara langsung maka digunakan lateks pravulkanisasi. Dikarenakan lateks yang masih segar memiliki kandungan air dan amoniak yang sangat banyak, jika tidak dilakukan proses vulkanisasi akan mengakibatkan percikan atau letupan pada saat proses pencampuran dengan aspal dan dapat menimbulkan gumpalan pada partikel karet dalam aspal. Lateks pravulkanisasi juga merupakan lateks yang telah dipekatkan dan sudah

ditambahkan dengan bahan pemvulkanisasi sehingga menghasilkan ikatan silang pada karet yang ada didalam lateks (Prastanto dkk, 2018).

2.2.2 *Trans-Polyoctenamer*

Trans-polyoctenamer merupakan salah satu polimer yang dikenal sebagai vestenamer®. *Trans-polyoctenamer* digunakan sebagai bahan aditif pada campuran aspal karet. *Trans-polyoctenamer* memiliki fisik seperti pelet plastik. Polimer ini memiliki bentuk butiran kecil seperti pelet plastik. *Trans-polyoctenamer* dibentuk dari siklooktena yang dipolimerisasi melalui reaksi metatesis yang menghasilkan makromolekul siklik dan linier (Min & Jeong, 2013). Fungsi utama dari *trans-polyoctenamer* adalah meningkatkan kemampuan aspal karet pada kondisi temperatur yang tinggi, dikarenakan aspal dapat mengalami tekanan seperti *rutting* / alur memanjang pada lintasan roda kendaraan di jalanan beraspal (Yadollahi & Mollahosseini, 2011).



Gambar II.1 Struktur *Trans-polyoctenamer*

Sumber : *Evonic Industries*

Trans-polyoctenamer memiliki ciri-ciri seperti kristalinitas yang tinggi, berat molekul yang rendah, temperatur titik leleh yang rendah, dan nilai viskositas yang rendah dari temperatur lelehnya dan sifat kompatibilitas yang baik terhadap beberapa jenis karet, sehingga dapat memperbaiki kinerja kompon karet (Min & Jeong, 2013).

2.2.3 Aspal

Aspal adalah material yang memiliki komposisi utama hidrokaron, dimana hidrogen (H) yang terkandung dalam aspal $\pm 10\%$ dan karbon (C) yang terkandung dalam aspal $\pm 80\%$ sisanya unsur sulfur (Saodang, 2005). Aspal berwarna hitam kecoklatan dan memiliki sifat viskoelastis sehingga jika aspal

dipanaskan akan menjadi lunak jika sebaliknya aspal didinginkan akan menjadi keras (Rainal dkk, 2015). Aspal juga tidak larut dalam larutan asam encer, dan alkali atau air, tetapi sebagian besar aspal larut dalam *ether*, CS_2 , bensol, dan *chloroform* (Saodang, 2005).

Aspal dapat didefinisikan sebagai material perekat yang memiliki warna hitam atau coklat tua. Aspal dapat diperoleh dari alam maupun dari residu pengilangan minyak bumi, dimana residu pengilangan minyak bumi dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang mengandung parafin atau dapat disebut dengan *mixed base crude oil* yang mengandung campuran parafin dan aspal. Namun yang biasa digunakan dalam perkerasan jalan umumnya menggunakan aspal yang memiliki jenis *asphaltic base crude oil*. Secara umum komposisi aspal terdiri dari *asphaltenese*, *resins*, dan *oils*. Dimana *asphaltenese* adalah material yang memiliki warna hitam atau coklat tua yang tidak dapat larut dalam *n-heptane*, *asphaltenese* hanya dapat menyebar dalam larutan yang disebut *malthenes*. *Malthenes* itu sendiri merupakan cairan kental yang terdiri dari *resins* dan *oils*. *Malthenes* dapat larut dalam *heptane*. *Resins* adalah cairan yang berwarna kuning atau coklat tua yang menjadi bagian dari aspal yang mudah berkurang selama masa pelayanan jalan. Dan *oil* adalah cairan yang berwarna lebih muda dan sebagai media dari *asphaltenes* dan *resin* (Sukirman, 2003).



Gambar II. 2 Komposisi dari Aspal

(Sukirman, 2003)

a. Aspal Penetrasi 60

Aspal penetrasi 60 adalah salah satu jenis aspal keras menurut nilai penetrasinya, dimana angka 60 menunjukkan bahwa jarum pada pengujian penetrasi yang masuk kedalam beban seberat 100 gram pada temperatur $25^{\circ}C$ dalam waktu 5 detik (Saodang, 2005). Aspal penetrasi 60 termasuk salah satu

aspal yang dipakai di Indonesia selain aspal penetrasi 80 sebagai lapisan pada perkerasan jalan, karena aspal ini cocok di kondisi iklim yang tropis dan beban lalu lintas yang berat. Hal inilah yang menjadi dasar pemanfaatan aspal penetrasi 60 dalam pembuatan aspal karet dengan lateks pravulkanisasi (Prastanto dkk, 2018). Dengan syarat mutu aspal keras dari Standar Umum Bina Marga, aspal penetrasi 60 sudah memenuhi kriteria dari sifat fisiknya yang akan ditunjukkan pada tabel II.2

Tabel II. 2 Sifat Fisik Aspal Penetrasi 60

No	Parameter	Standar Mutu	Hasil Pengujian
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	60-70	63
2	Viskositas kinematik 135°C, (cSt)	Min 300	408
3	Titik lembek, (°C)	Min 48	49,2
4	Daktalitas pada 25°C, (cm)	Min 100	140
5	Titik nyala, (°C)	Min 232	324
6	Kehilangan berat, %	Maks 0,8	0,0292
7	Penetrasi setelah kehilangan berat (0,1 mm)	Min 54	81,0
8	Titik lembek setelah kehilangan berat (°C)	-	51,6
9	Daktalitas setelah kehilangan berat (cm)	Min 100	100

Sumber : Prastanto dkk, 2018

2.2.4 Aspal Karet

Aspal karet adalah aspal yang dihasilkan dengan menambahkan karet kedalam aspal. Aspal yang bisa digunakan adalah aspal semen, aspal cair atau aspal emulsi, sedangkan karet yang bisa digunakan adalah karet yang berbentuk butiran, padat maupun cair. Pada proses pencampurannya, pembuatan aspal karet dibagi menjadi dua yaitu langsung (antara aspal yang sudah dipanaskan dicampur dengan karet cair pada temperatur 160°C dan masterbatch (antara aspal yang sudah dipanaskan dicampur dengan karet padat pada temperatur 160°C) (Suprpto, 2004). Jenis karet yang ditambahkan kedalam aspal dapat berupa lateks karet alam, karet sintetis seperti *styrene butadiene rubber* (SBR) dan karet termoplastik seperti *styrene butadiene styrene* (SBS), *ethylene vinyl acetate*

(EVA) dan serbuk ban bekas (*scrap rubber*) (Prastanto dkk, 2018). Dengan adanya penambahan karet alam ke dalam aspal memberikan suatu indikasi yang dapat memperbaiki tahanan geser perkerasan beraspal pada temperatur tinggi sehingga dapat mencegah terjadinya keretakan (Iriansyah, 2005).

2.2.5 Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet

Karakterisasi titik lembek adalah karakterisasi yang dilakukan dengan menggunakan alat uji *ring and ball*, yang bertujuan untuk menentukan ketahanan aspal terhadap keretakan. Jika semakin tinggi nilai titik lembek pada aspal karet daripada aspal pen 60, maka dapat disimpulkan bahwa temperatur titik lembek yang tinggi sesuai dengan syarat SNI 6749:2008 untuk aspal polimer yaitu dengan temperatur 54°C (Prastanto, 2014). Cara pengerjaan pada karakterisasi titik lembek menggunakan alat *ring and ball* adalah dengan meletakkan sampel aspal yang sudah dicairkan ke dalam cetakan cincin kuningan pada alat uji, kemudian sampel didiamkan sampai mengeras lalu diberi beban di atas sampel berupa bola baja dengan berat dan dimensi tertentu, kemudian alat uji yang berisi sampel dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang berisi air sebanyak ± 600 ml. Selama pengujian terjadi proses pemanasan dengan temperatur tertentu, temperatur dapat dideteksi dengan termometer sesudah aspal menyentuh dasar pelat di bawah cincin kuningan. Pada saat itulah temperatur titik lembek dapat dicatat sebagai data (*Asphalt Institute*, 2001).

2.2.6 Perhitungan Rendemen Aspal Karet

Perhitungan rendemen dilakukan dengan media kaleng bekas dan untuk mendapatkan hasil rendemen aspal karet, rumus perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Rendemen, \%} = \frac{\text{berat aspal sesudah}}{\text{berat aspal sebelum}} \times 100$$

Ini dikarenakan jumlah bahan utama yaitu aspal dan bahan tambahan yang lain seperti lateks pravlukanisasi dan *trans-polyoctenamer* harus sesuai dengan yang masuk ke dalam wadah pada saat pencampuran dengan hasil akhirnya yaitu aspal karet. Namun tidak dapat dipungkiri pada proses produksi aspal karet masih ada aspal yang tersisa di dalam wadah. Maka dari itu, perhitungan rendemen ini sebagai salah satu cara untuk mengetahui sisa-sisa aspal yang masih menempel

atau tertinggal di dalam wadah penampungannya. Cara pengerjaan pada perhitungan rendemen dengan media berupa kaleng bekas yang masih layak pakai adalah dengan memindahkan aspal karet yang sudah dipanaskan ke dalam kaleng bekas yang baru, kemudian kaleng yang terdapat sisa aspal ditimbang untuk mengetahui seberapa banyak aspal yang tersisa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 s.d Juni 2019. Karakterisasi Bahan Baku Lateks Pekat, Sintesis aspal karet, Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet dan Perhitungan Rendemen Aspal Karet dilakukan di Pusat Penelitian Karet Bogor, Jawa Barat.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan terbagi menjadi dua, yaitu alat-alat untuk proses dan alat-alat untuk karakterisasi. Gambar alat dapat dilihat pada lampiran A.

a. Alat-alat yang digunakan untuk proses pembuatan aspal karet sebagai berikut :

1. Kaleng bekas susu dengan berat bersih 850 gram
2. Timbangan Digital tipe SF-400A
3. *Thermocouple*
4. *Mixer* merek *Ika Werk* tipe RM 18N
5. Wadah dalam bentuk *cup*
6. Wadah dalam bentuk botol plastik
6. Statif dan Klem
7. Kompor Listrik merek Maspion S-310 kapasitas 600 W
8. Panci *Stainless Steel*

b. Alat-alat yang digunakan untuk karakterisasi aspal karet sebagai berikut :

1. Alat karakterisasi titik lembek (*ring and ball*) (bola baja, cetakan cincin, pelat penyangga)
2. Kaleng bekas susu dengan berat bersih 850 gram
3. *Thermocouple*
4. Termometer

5. Ember Plastik
6. Kompor Listrik Maspion S-310 kapasitas 600 W
7. *Beaker glass* 1000 ml
8. *Hot Plate Magnetic Stirrer* merek *Fisher Scientific*

3.2.2 Bahan

Gambar bahan dapat dilihat pada lampiran B. Bahan yang digunakan dalam proses sintesis aspal karet dan pengujiannya ini sebagai berikut :

- a. Aspal penetrasi (pen) 60 dari PT Persero Pertamina.
- b. Lateks Pekat dari PT Bumi Rambang Kramajaya yang diolah lagi menjadi lateks pravulkanisasi.
- c. *Trans-polyoctenamer* (Vestenamer®) dari Evonik *Industries*
- d. Aquades
- e. Oli bekas

Bahan kimia yang digunakan dalam persiapan bahan baku lateks pekat dari PT Multi Citra Chemindo sebagai berikut :

- f. Larutan amonia
- g. Larutan Formaldehida 5%
- h. Larutan KOH 0,5 N
- i. Larutan Asam Asetat 2%
- j. Larutan HCl 0,1 N
- k. Indikator merah metal 0,1%.

3.3 Variabel

Variabel adalah sesuatu yang dijadikan sebagai faktor dalam melaksanakan suatu eksperimen, dimana variabel dapat menentukan suatu perubahan sekecil apapun. Variabel yang akan dibahas, dibagi menjadi dua, yaitu variabel tetap dan variabel bebas.

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah variabel yang dibuat tapi tidak berubah selama penelitian. Variabel tetap yang ada pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Konsentrasi lateks sebesar 7%wt.
2. Kecepatan pengaduk 200 rpm.

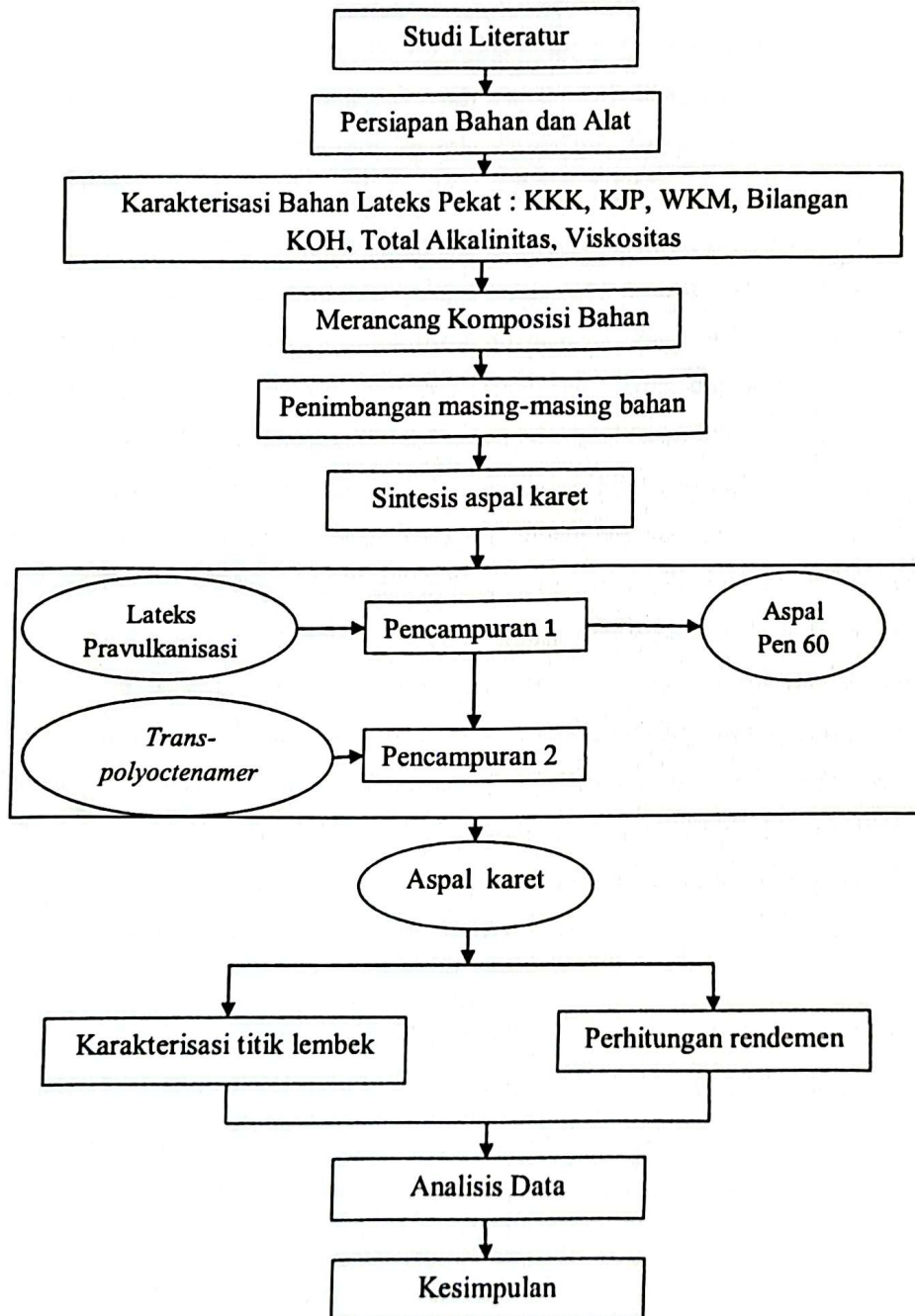
3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi *trans-polyoctenamer*, waktu pencampuran, dan temperatur pencampuran terdapat di tabel III.1.

Tabel III. 1 Temperatur Pencampuran, Waktu Pencampuran, Konsentrasi *Trans-Polyoctenamer*

Sampel	Temperatur Pencampuran (°C)	Waktu Pencampuran (Jam)	Konsentrasi <i>Trans-Polyoctenamer</i> (%)
A1	150	3	3
A2	150	4	3
A3	150	5	3
A4	150	3	3
A5	160	4	3
A6	160	5	3
A7	150	3	4,5
A8	150	4	4,5
A9	150	5	4,5
A10	160	3	4,5
A11	160	4	4,5
A12	160	5	4,5
A13	160	3	6
A14	150	4	6
A15	150	5	6
A16	150	3	6
A17	160	4	6
A18	160	5	6
Aspal penetrasi (pen) 60	150	4	-
Aspal penetrasi (pen) 60 + <i>trans-polyoctenamer</i>	150	4	4,5
Aspal penetrasi (pen) 60+lateks pravulkanisasi	150	4	-

3.4 Diagram Penelitian



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian Sintesis Aspal Karet

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam sintesis aspal karet adalah aspal penetrasi (pen) 60, lateks pekat yang diolah lebih lanjut menjadi lateks pravulkanisasi dan *trans-polyoctenamer*. Alat yang diperlukan dalam proses pencampuran sintesis aspal karet adalah *mixer*, untuk karakterisasi titik lembek menggunakan alat *ring and ball*, dan untuk perhitungan rendemen menggunakan media kaleng bekas.

Panaskan aspal penetrasi (pen) 60 yang ada di drum selama ± 30 menit. Sambil menunggu aspal penetrasi (pen) 60 mencair, siapkan kaleng bekas yang sudah dibersihkan sebanyak jumlah sampel yang akan digunakan. Kemudian timbang berat kaleng kosong. Setelah aspal penetrasi (pen) 60 mencair, tuangkan ke dalam masing-masing kaleng bekas yang tersedia sebanyak $\frac{3}{4}$ dari volume kaleng. Jika sudah terisi semua, maka didiamkan sekitar satu hari sampai aspal penetrasi (pen) 60 yang ada di dalam kaleng memadat. Setelah semua memadat, timbang berat aspal + kaleng lalu selisihkan hasil dari berat aspal + kaleng dengan hasil berat kaleng kosong sehingga didapat hasil untuk berat bersih aspal. Kemudian *trans-polyoctenamer* disimpan di dalam wadah plastik besar. Untuk lateks pekat terlebih dahulu dilakukan pengujian seperti KKK, KJP, WKM, Bilangan KOH, dan Total Alkalinitas. sebelum diolah lebih lanjut menjadi lateks pravulkanisasi (campuran antara lateks pekat dengan bahan kimia seperti bahan pemvulkanisasi, bahan pencepat, dan antioksidan).

3.5.2 Karakterisasi Bahan Lateks Pekat

Karakterisasi bahan lateks pekat dilakukan untuk mengetahui karakteristik pada lateks pekat. Karakteristik yang dilakukan adalah uji KKK (kadar karet kering), uji KJP (kadar jumlah padatan), uji WKM (waktu kemantapan mekanis), uji penetapan total alkalinitas, uji penetapan bilangan KOH dan viskositas. Berikut langkah-langkah pada masing-masing pengujian:

1. Uji Penetapan Kadar Karet Kering (KKK)

Timbang botol timbang yang telah berisi sampel lateks (W_1). Tuangkan 10 gram sampel lateks pekat ke dalam cawan. Kemudian, botol timbang kembali (W_2), perbedaan berat antara kedua penimbangan adalah berat sampel (W).

Tambahkan asam asetat 2% sambil diaduk hingga terbentuk gumpalan sempurna, ditandai dengan serum yang jernih. Untuk mempercepat penggumpalan cawan yang berisi lateks tersebut dipanaskan pada penangas air selama $\pm 15-30$ menit. Jika serum masih keruh, tambahkan lagi asam asetat sampai didapat serum yang jernih, jika serum masih keruh maka ulangi pengerjaan dari awal.

Kemudian, gumpalan yang terbentuk digiling 5 kali hingga berbentuk krep, penggilingan dilanjutkan untuk mengatur supaya tebal krep maksimal 2 mm. Lalu, keringkan krep di dalam lemari pengering pada temperatur $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya, krep yang telah kering didinginkan di dalam desikator lalu ditimbang.

Perhitungan :

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

Keterangan :

KKK = Kadar Karet Kering, (%)

WK = Berat krep kering, (gram)

W = $(W_1 - W_2)$, (gram)

2. Uji Penetapan Kadar Jumlah Padatan (KJP)

Masukkan sejumlah lateks ke dalam botol timbang, kemudian timbang (W_1). Tuangkan $2,5 \pm 0,5$ gram lateks dari botol timbang ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya (W_2), kemudian diratakan. Timbang kembali botol timbang berisi sisa lateks (W_3). Perbedaan berat kedua penimbangan tersebut adalah berat sampel. Tambahkan 1 cm³ air suling. Masukkan cawan berisi lateks ke dalam lemari pengering dengan temperatur $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, biarkan selama 2 jam. Dinginkan di dalam desikator pada temperatur ruang. Timbang cawan berisi krep kering (W_4).

Perhitungan :

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

Keterangan :

KJP = Kadar Jumlah Padatan

$W_4 - W_3$ = Berat padatan kering, (gram)

$W_3 - W_2$ = Berat sampel, (gram)

3. Uji Penetapan Waktu Kemantapan Mekanis (WKM)

Lakukan uji penetapan KJP terlebih dahulu hingga mendapatkan hasilnya. Kemudian timbang 100 gram lateks dalam wadah erlenmeyer. Lalu encerkan lateks dengan menambahkan larutan amonia hingga 55% dari total KJP. Panaskan lateks pada penangas air hingga temperatur 36°C-37°C. Lateks disaring menggunakan saringan *stainless* untuk menghilangkan kotoran. Aduk lateks dengan kecepatan 14000 ± 200 rpm (*stopwatch* dihidupkan). Sambil tetap diaduk, sampel diambil secara berkala tiap 15 detik untuk mendapatkan hasilnya sampai titik WKM tercapai. Setelah itu, sampel dijatuhkan ke dalam wadah cawan yang berisi air suling, amati keadaan sampel di dalam air suling. Pengamatan berakhir jika flokulat telah terbentuk berupa bintik-bintik putih yang tidak pecah jika digoyangkan

Perhitungan :

Volume larutan ammonia yang harus ditambahkan (V) :

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

WKM = Sesuai dengan waktu yang ditunjukkan oleh *stopwatch* pada saat akhir pengamatan, (dinyatakan dalam detik).

4. Uji Penetapan Alkalinitas

Masukkan kira-kira 5 gram lateks kedalam botol timbang. Timbang botol timbang yang telah diisi lateks (W_1). Tuangkan lateks ke dalam gelas piala yang telah berisi aquades sebanyak 300 ml. Timbang botol timbang kembali (W_2). Tambahkan 6 tetes indikator merah metil 0,10%. Titrasi dengan HCl 0,1 N sedikit demi sedikit sambil diaduk atau digoyang sampai tercapai titik ekuivalen yaitu apabila larutan berubah dari kuning menjadi merah jambu. Lalu catat penggunaan HCl 0,1N (V).

Perhitungan :

Total alkalinitas dihitung sebagai %NH₃ dalam fasa lateks :

$$= (1,7 \times V \times N) / W$$

Keterangan :

- N = Normalitas larutan HCl
 V = Volume HCl 0,1N yang dibutuhkan
 W = Berat sampel ($W_1 - W_2$), (gram)
 TS = Kadar Jumlah Padatan

5. Uji Penetapan Bilangan KOH

Lakukan uji penetapan KJP terlebih dahulu sampai mendapatkan hasilnya. Timbang lateks sebanyak 50 gram di dalam gelas piala. Tentukan pH pada temperatur $23 \pm 1^\circ\text{C}$ dengan pH meter sebagai pH lateks. Catat hasil pengukuran pH dan temperatur sampel lateks (untuk penentuan lateks). Tambahkan formaldehida 5% hingga kadar ammonia menjadi 0,5% terhadap fasa cair. Tambahkan air suling sehingga KJP menjadi 30%. Ukur pH dengan pH meter, tambahkan perlahan-lahan 5 cm^3 larutan KOH sambil diaduk. Setelah 10 detik nilai pH dicatat pengukuran pH diulang pada setiap penambahan 1 cm^3 larutan KOH. Penambahan KOH diakhiri pada saat perubahan nilai pH mencapai maksimum.

6. Viskositas

Pengukuran viskositas dilakukan dengan viskositas Brookfield dengan satuan cP (centipoise). Spindel dan kecepatan yang digunakan dalam pengukuran ditentukan oleh kekentalan bahan. Bila spindel dan kecepatan yang digunakan untuk pengukuran tidak sesuai, maka nilai viskositas tidak terbaca. Pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan spindel ke dalam contoh sampel lateks pekat.

3.5.3 Merancang Komposisi Bahan

Pada tahap ini, semua bahan dihitung sesuai dengan berat yang akan ditimbang sebelum digunakan untuk masing-masing sampel. Berikut adalah perhitungan untuk masing-masing bahan untuk mendapatkan hasil berat dalam satuan gram :

Untuk konsentrasi lateks 7% = berat aspal tanpa kaleng (gram) \times 7%

Untuk konsentrasi *trans-polyoctenamer* = berat lateks (gram) \times (3% atau 4,5% atau 6%)

3.5.4 Penimbangan Bahan

Semua bahan yang sudah memiliki nilai berat dalam satuan gram kemudian ditimbang sesuai dengan komposisi masing-masing sampel. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan digital. Kemudian semua bahan yang sudah ditimbang dipisahkan di wadahnya masing-masing.

3.5.5 Sintesis Aspal Karet

Pada sintesis aspal karet digunakan metode pencampuran dalam skala laboratorium. Berikut adalah langkah-langkah dalam sintesis aspal karet sebagai berikut :

1. Letakkan panci yang berisi oli bekas di atas kompor listrik.
2. Masukkan kaleng bekas yang berisi aspal ke dalam panci yang berisi oli bekas.
3. Hubungkan kabel kompor listrik, kabel *thermocouple*, dan kabel *mixer* pada stop kontak.
4. Nyalakan kompor listrik dengan memutar tombol *on/off* ke kanan sampai lampu indikator menyala dan *setting* temperatur pada *thermocouple* sesuai dengan temperatur yang akan digunakan (150 °C atau 160 °C).
5. Panaskan aspal hingga mencair.
6. Nyalakan *mixer* setelah aspal mencair secara merata. Variasi waktu pencampuran dari mulai aspal mencair hingga selesai adalah 3 jam; 4 jam; dan 5 jam.
7. Urutan pencampuran pertama adalah masukkan lateks pravulkanisasi sebanyak 7%wt ke dalam aspal mencair dengan cara menuangkannya sedikit demi sedikit dalam kondisi teraduk terus-menerus sampai tidak ada yang tersisa di atas permukaannya.
8. Urutan pencampuran kedua adalah masukkan *trans-polyoctenamer*. Variasi konsentrasi yang digunakan adalah 3%wt; 4,5%wt; dan 6%wt. pencampuran kedua juga masih dalam keadaan teraduk sampai waktu pencampurannya selesai.
9. Sampel aspal karet yang sudah jadi didiamkan terlebih dahulu sekitar satu hari sampai memadat.

10. Sampel aspal karet yang sudah memadat dapat digunakan untuk proses pengujian selanjutnya.

3.5.6 Karakterisasi Sampel Aspal Karet

a. Perhitungan Rendemen dengan Media Kaleng Bekas

Pengujian rendemen dilakukan untuk mengetahui sisa-sisa aspal karet yang masih menempel atau tertinggal di dalam wadah pencampuran. Gambar sampel dapat dilihat pada lampiran C dan contoh perhitungan rendemen aspal karet dapat dilihat pada lampiran G. Dengan langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Letakkan panci yang berisi oli bekas di atas kompor listrik.
2. Masukkan kaleng berisi sampel aspal karet ke dalam panci yang berisi oli bekas.
3. Hubungkan kabel kompor listrik, kabel *thermocouple*, dan kabel *mixer* pada stop kontak.
4. Nyalakan kompor listrik dengan memutar tombol *on/off* ke kanan sampai lampu indikator menyala dan *setting* temperatur pada *thermocouple* sesuai dengan temperatur yang akan digunakan (150 °C atau 160 °C).
5. Panaskan sampel aspal karet hingga mencair selama ± 45 menit.
6. Nyalakan *mixer* setelah sampel aspal karet mencair, aduk sebentar sampai semua aspal karet dalam kaleng mencair secara merata.
7. Siapkan media yang digunakan berupa kaleng bekas baru yang sudah dibersihkan sebelumnya.
8. Sampel aspal karet yang sudah mencair harus segera dituang ke dalam kaleng bekas yang baru.
9. Diamkan sampel aspal karet sampai memadat selama ± 1 hari untuk memastikan semua aspal karet benar-benar sudah -padat.
10. Lakukan penimbangan terhadap sampel aspal karet yang sudah dituangkan ke dalam kaleng bekas yang baru dan telah memadat.
11. Hitung hasil berat yang diperoleh menggunakan perhitungan rendemen aspal karet.
12. Ulangi langkah-langkah di atas untuk sampel aspal karet selanjutnya.

10. Sampel aspal karet yang sudah memadat dapat digunakan untuk proses pengujian selanjutnya.

3.5.6 Karakterisasi Sampel Aspal Karet

a. Perhitungan Rendemen dengan Media Kaleng Bekas

Pengujian rendemen dilakukan untuk mengetahui sisa-sisa aspal karet yang masih menempel atau tertinggal di dalam wadah pencampuran. Gambar sampel dapat dilihat pada lampiran C dan contoh perhitungan rendemen aspal karet dapat dilihat pada lampiran G. Dengan langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Letakkan panci yang berisi oli bekas di atas kompor listrik.
2. Masukkan kaleng berisi sampel aspal karet ke dalam panci yang berisi oli bekas.
3. Hubungkan kabel kompor listrik, kabel *thermocouple*, dan kabel *mixer* pada stop kontak.
4. Nyalakan kompor listrik dengan memutar tombol *on/off* ke kanan sampai lampu indikator menyala dan *setting* temperatur pada *thermocouple* sesuai dengan temperatur yang akan digunakan (150 °C atau 160 °C).
5. Panaskan sampel aspal karet hingga mencair selama \pm 45 menit.
6. Nyalakan *mixer* setelah sampel aspal karet mencair, aduk sebentar sampai semua aspal karet dalam kaleng mencair secara merata.
7. Siapkan media yang digunakan berupa kaleng bekas baru yang sudah dibersihkan sebelumnya.
8. Sampel aspal karet yang sudah mencair harus segera dituang ke dalam kaleng bekas yang baru.
9. Diamkan sampel aspal karet sampai memadat selama \pm 1 hari untuk memastikan semua aspal karet benar-benar sudah -padat.
10. Lakukan penimbangan terhadap sampel aspal karet yang sudah dituangkan ke dalam kaleng bekas yang baru dan telah memadat.
11. Hitung hasil berat yang diperoleh menggunakan perhitungan rendemen aspal karet.
12. Ulangi langkah-langkah di atas untuk sampel aspal karet selanjutnya.



Gambar III.2 Media Perhitungan Rendemen

b. Karakterisasi Titik Lembek dengan Alat *Ring and Ball*

Karakterisasi titik lemek dilakukan sesuai dengan SNI 2434:2011. Karakterisasi titik lemek dilakukan untuk memastikan pada temperatur berapa aspal dapat melembek dengan alat *ring and ball* seperti pada gambar III.3.



Gambar III.3 Rangkaian Alat *Ring and Ball*

Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan karakterisasi titik lemek sebagai berikut :

1. Letakkan panci yang berisi oli bekas di atas kompor listrik.
2. Masukkan kaleng berisi sampel aspal karet ke dalam panci yang berisi oli bekas.

3. Hubungkan kabel kompor listrik, kabel *thermocouple*, dan kabel *mixer* pada stop kontak.
4. Nyalakan kompor listrik dengan memutar tombol *on/off* ke kanan sampai lampu indikator menyala dan atur temperatur pada *thermocouple* sesuai dengan temperatur yang akan digunakan (150 °C atau 160 °C).
5. Panaskan sampel aspal karet hingga mencair selama ± 45 menit.
6. Nyalakan *mixer* setelah sampel aspal karet mencair, aduk sebentar saja sampai semua aspal karet dalam kaleng mencair secara merata.
7. Siapkan cetakan cincin yang diberi lapisan silikon.
8. Tuangkan cairan aspal karet ke dalam cetakan cincin menggunakan sendok.
9. Diamkan cairan aspal karet dalam cetakan cincin selama ± 30 menit sampai memadat.
10. Jika sudah memadat, potong sisa sampel aspal karet pada bagian yang berlebih supaya sampel aspal karet yang ada di cetakan menjadi rata pada bagian atasnya.
11. Rangkai alat *ring and ball* beserta cetakan cincin yang sudah terisi dengan sampel aspal karet dan bola baja yang diletakkan di tengah cetakan.
12. Masukkan rangkaian alat *ring and ball* ke dalam *beaker glass* berukuran 1000 ml yang diisi dengan aquades sebanyak ± 600 ml.
13. Siapkan air es dalam ember plastik sebagai proses perendaman selama 15 menit dalam temperatur ± 10 °C.
14. Tiriskan rangkaian alat *ring and ball* dari air es sebelum dilakukan pengujian.
15. Letakkan rangkaian alat *ring and ball* dalam beaker glass berisi aquades di atas *hot plate magnetic stirrer*.
16. Masukkan juga termometer ke dalam *beaker glass* yang berisi aquades.
17. Hubungkan kabel *hot plate magnetic stirrer* pada stop kontak.
18. Atur kecepatan pengadukan yang akan digunakan yaitu 350 rpm dan atur temperatur yang akan digunakan yaitu 325 °C.

19. Panaskan sampel aspal karet sampai bola baja yang sudah diletakkan di tengah cetakan cincin sudah diselimuti aspal dan jatuh menyentuh pelat dasar.
20. Catat temperatur titik lembek dari sampel aspal karet

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan disajikan data berupa hasil karakterisasi dari penelitian yang sudah dilakukan, yaitu hasil karakterisasi bahan baku lateks pekat, perhitungan rendemen aspal karet, dan karakterisasi titik lembek aspal karet.

4.1 Hasil Karakterisasi Bahan Baku Lateks Pekat

Untuk mengetahui hasil karakterisasi bahan lateks pekat, maka dilakukan karakterisasi bahan lateks pekat terlebih dahulu yang hasilnya dapat dilihat pada tabel IV.1. Perhitungan karakterisasi bahan lateks pekat dapat dilihat pada lampiran D.

Tabel IV.1 Hasil Karakterisasi Bahan Baku Lateks Pekat

No	Parameter	Nilai Standar ASTM D 1076	Hasil Uji
1	Kadar Jumlah Padatan (KJP), %	Min 61,3	59,74
2	Kadar Karet Kering (KKK) %	Min 59,8	58,55
3	Total Alkalinitas, %	Min 0,6	0,67
4	Bilangan KOH	Max 0,8	0,412
5	Viskositas, cP (centipoise)	Max 50	98
6	Waktu Kemantapan Mekanis (WKM), detik	Min 650	1320

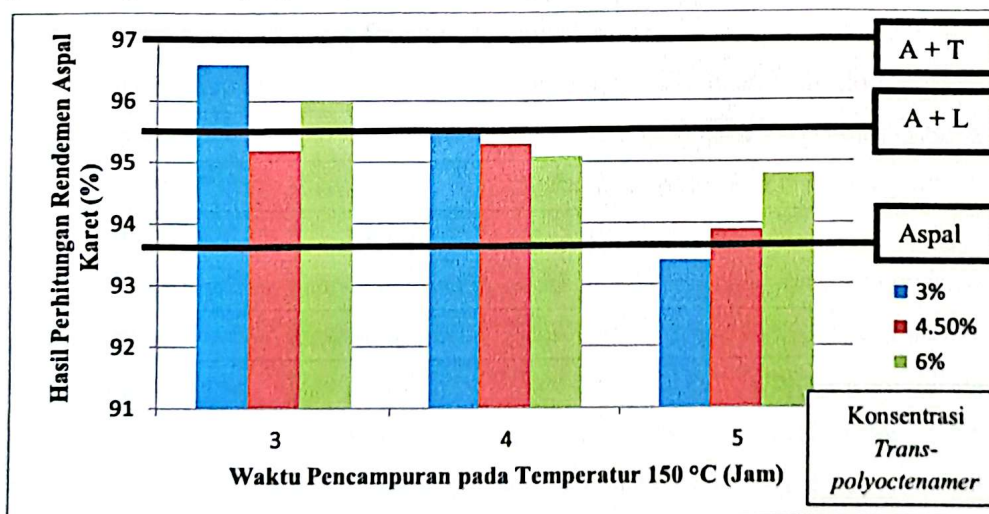
Berdasarkan tabel IV.1 diketahui bahwa diantara parameter yang sudah dilakukan, ada yang memiliki hasil uji sedikit lebih rendah dari nilai standar ASTM D 1076-02 yaitu KKK (kadar karet kering) dan KJP (kadar jumlah padatan). Hasil uji KKK (kadar karet kering) adalah 58,55% dan hasil uji KJP (kadar jumlah padatan) adalah 59,74%. Hasil uji KKK (kadar karet kering) menunjukkan presentase dari jumlah partikel karet yang terkandung dalam bahan lateks pekat dan pada hasil uji KJP (kadar jumlah padatan) menunjukkan total jumlah padatan dan air yang terkandung dalam bahan lateks pekat. Kemudian, untuk hasil uji total alkalinitas, bilangan KOH, WKM (waktu kemantapan

mekanis), dan viskositas juga sudah memenuhi nilai standar ASTM D 1076-02. Parameter - parameter tersebut berkaitan dengan kestabilan pada lateks pekat. Kestabilan pada lateks pekat ditunjukkan dengan keadaan lateks pekat yang tidak mudah mengalami koagulasi atau penggumpalan pada proses pemanasan dan pencampuran dengan bahan-bahan kimia (Prastanto dkk, 2018).

Dengan demikian, lateks pekat masih dikatakan bagus dan dapat diolah kembali menjadi lateks pravulkanisasi sebagai campuran bahan pada pembuatan aspal karet, jika selisih antara hasil uji KKK (kadar karet kering) dan KJP (kadar jumlah padatan) kurang dari 2% yaitu 1,19%.

4.2 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Karet

Perhitungan rendemen aspal karet menggunakan media kaleng bekas sebagai wadah pencampurannya bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak produk akhir aspal karet yang terambil dari wadah pencampuran. Hal ini, dilihat dari jumlah bahan yang masuk dalam wadah pencampuran dibandingkan dengan jumlah aspal karet yang tersisa dalam kaleng.

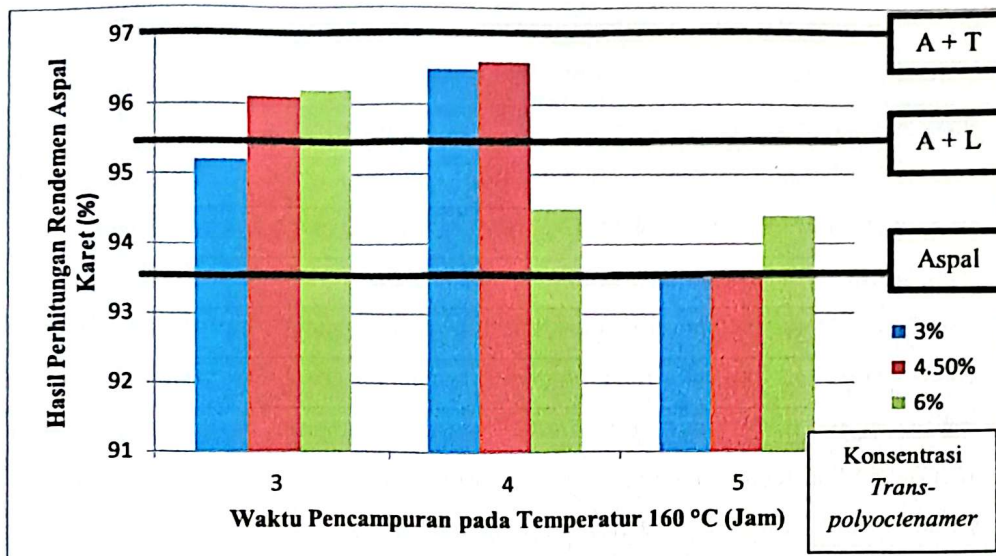


Gambar IV. 1 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Karet dengan *Trans-polyoctenamer* dengan Temperatur 150°C.

Keterangan :

A+T = Aspal penetrasi (pen) 60 + *Trans-polyoctenamer*

A+L = Aspal penetrasi (pen) 60 + Lateks Pravulkanisasi



Gambar IV. 2 Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Karet dengan *Trans-polyoctenamer* dengan Temperatur 160°C

Keterangan :

A+T = Aspal penetrasi (pen) 60 + *Trans-polyoctenamer*

A+L = Aspal penetrasi (pen) 60 + Lateks Pravulkanisasi

Sebagaimana dilihat pada gambar IV.1 dan IV.2 bahwa dengan adanya *trans-polyoctenamer* dapat mengurangi kelengketan pada aspal karet dalam proses pencampuran. Secara keseluruhan semua sampel aspal karet dengan *trans-polyoctenamer* mempunyai nilai rendemen sekitar 93%-96%.

Nilai rendemen aspal karet mengalami penurunan yang sangat signifikan pada temperatur pencampuran 150°C dan konsentrasi *trans-polyoctenamer* sebanyak 3% seiring lamanya waktu pencampuran. Sebaliknya, untuk konsentrasi *trans-polyoctenamer* sebanyak 4,5% dan 6% nilai rendemen aspal karet mengalami fluktuatif yang lebih mengarah pada penurunan seiring lamanya waktu pencampuran.

Pada temperatur pencampuran 160°C, penggunaan konsentrasi *trans-polyoctenamer* 3%, 4,5% dan 6% pada rendemen mengalami kondisi yang fluktuatif seiring lamanya waktu pencampuran. Jika dilihat dari ketiga kontrol yang ada di grafik, Untuk kontrol aspal penetrasi (pen) 60 memiliki hasil rendemen sebesar 93,4%, untuk kontrol dari aspal penetrasi (pen) 60 + lateks

pravulkanisasi yang memiliki hasil rendemen sebesar 95,4% dan untuk kontrol dari aspal penetrasi (pen) 60 + *trans-polyoctenamer* memiliki hasil rendemen sebesar 97%. Data hasil perhitungan rendemen aspal karet dapat dilihat pada lampiran E.

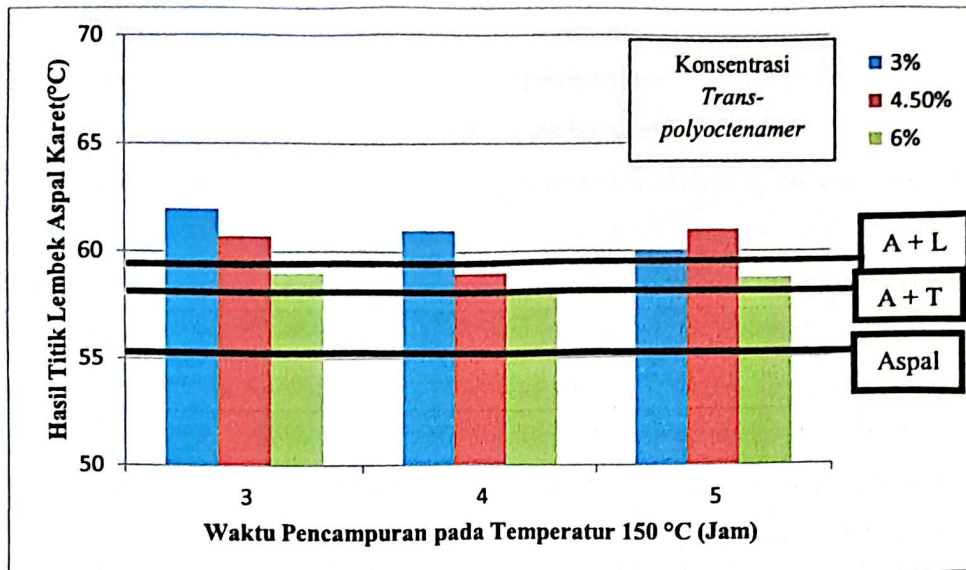
Jika dilihat dari ketiga kontrol, penggunaan kontrol aspal penetrasi (pen) 60 + *trans-polyoctenamer* (A+T) sudah menaikkan nilai rendemen aspal karet daripada aspal karet yang sudah ditambahkan dengan *trans-polyoctenamer*. Dengan demikian, tetap ada kenaikan nilai rendemen pada aspal karet yang sudah ditambahkan dengan *trans-polyoctenamer* walaupun kenaikannya hanya sedikit. Indikasi tersebut dapat dinyatakan bahwa dengan penambahan lateks pravulkanisasi ke dalam campuran aspal membuat aspal karet lebih lengket daripada aspal yang tidak diberi campuran lateks pravulkanisasi dan secara visual aspal karet dalam keadaan mencair terlihat lebih kental.

Dalam praktiknya, penambahan *trans-polyoctenamer* belum signifikan pengaruhnya dalam meningkatkan hasil perhitungan rendemen aspal karet. Namun, jika dilihat secara keseluruhan kondisi yang tertinggi dari hasil perhitungan rendemen aspal karet adalah 96,6% pada waktu pencampuran 3 jam dengan temperatur 150°C dan konsentrasi *trans-polyoctenamer* sebanyak 3% .

4.3 Hasil Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet

Karakterisasi titik lembek menggunakan alat *ring and ball* bertujuan untuk mengetahui ketahanan aspal terhadap keretakan. Titik lembek aspal karet juga dapat menjadi acuan kualitas perkerasan jalan. Selain itu, aspal karet akan tahan terhadap perubahan temperatur yang cenderung panas dibandingkan dengan aspal penetrasi (pen) 60 (Prastanto dkk, 2018).

Sebagaimana dilihat pada gambar IV.3 dan IV.4 bahwa, secara keseluruhan, nilai titik lembek aspal karet dengan penambahan *trans-polyoctenamer* hampir semua berada di atas garis kontrol aspal penetrasi (pen) 60 + Lateks pravulkanisasi (A+L) dan sudah memenuhi syarat SNI aspal polimer untuk titik lembek yaitu 54°C sehingga dengan penambahan bahan aditif berupa *trans-polyoctenamer* dapat meningkatkan nilai titik lembek aspal karet.

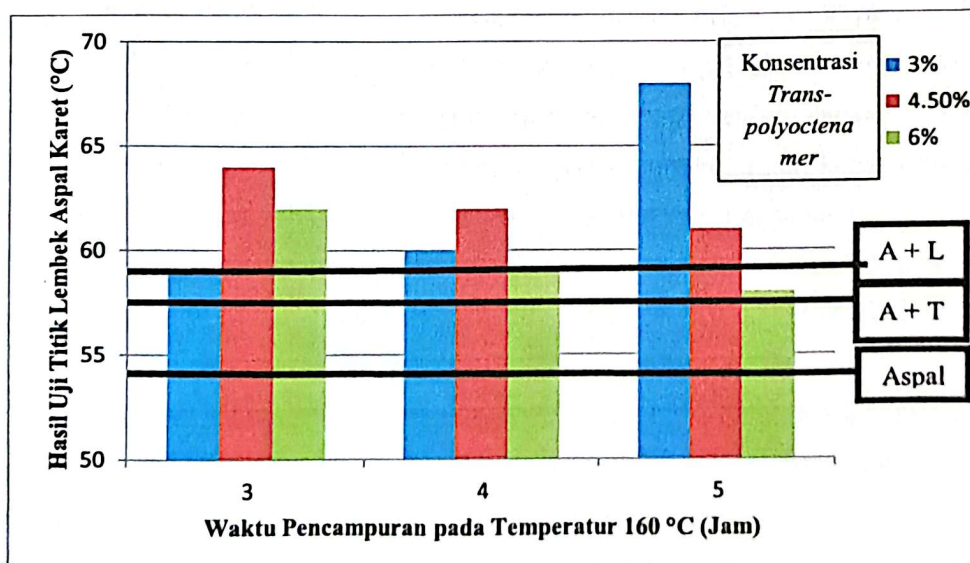


Gambar IV. 3 Hasil Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet dengan *Trans-polyoctenamer* dengan Temperatur 150°C.

Keterangan :

A+T = Aspal penetrasi (pen) 60 + *Trans-polyoctenamer*

A+L = Aspal penetrasi (pen) 60 + Lateks Pravulkanisasi



Gambar IV. 4 Hasil Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet dengan *Trans-polyoctenamer* dengan Temperatur 160°C.

Keterangan :

A+T = Aspal penetrasi (pen) 60 + *Trans-polyoctenamer*

A+L = Aspal penetrasi (pen) 60 + Lateks Pravulkanisasi

Nilai titik lembek aspal karet mengalami penurunan yang sangat signifikan pada temperatur pencampuran 150°C dan konsentrasi *trans-polyoctenamer* sebanyak 3% seiring lamanya waktu pencampuran. Sebaliknya, untuk konsentrasi *trans-polyoctenamer* sebanyak 4,5% dan 6% nilai titik lembek aspal karet mengalami fluktuatif seiring lamanya waktu pencampuran.

Nilai titik lembek aspal karet mengalami kenaikan yang sangat signifikan pada temperatur pencampuran 160°C dan konsentrasi *trans-polyoctenamer* sebanyak 3% seiring lamanya waktu pencampuran. Sebaliknya, untuk konsentrasi *trans-polyoctenamer* 4,5% dan 6% titik lembek aspal karet mengalami penurunan seiring lamanya waktu pencampuran. Hal ini mengindikasikan bahwa kemungkinan yang terjadi adalah adanya perubahan-perubahan yang cukup signifikan. Data hasil karakterisasi titik lembek aspal karet dapat dilihat pada lampiran F. Sebagaimana yang terlihat pada grafik, untuk kontrol aspal penetrasi (pen) 60 + lateks pravulkanisasi (A+L) memiliki nilai titik lembek yang lebih tinggi sebesar 58,5°C dibandingkan dengan kontrol aspal penetrasi (pen) 60 sebesar 54°C dan kontrol aspal penetrasi (pen) 60 + *trans-polyoctenamer* (A+T) sebesar 57°C. Jika dilihat dari beberapa grafik sampel aspal karet dengan penambahan *trans-polyoctenamer* sudah mengalami peningkatan pada titik lembek yang ditandai dengan grafik yang melebihi dari nilai titik lembek kontrol yang tertinggi yaitu aspal penetrasi (pen) 60 + lateks pravulkanisasi (A+L).

Bahwa dengan adanya penambahan *trans-polyoctenamer* dapat meningkatkan sifat reologi dari lateks pravulkanisasi dan aspal untuk membentuk reaksi kimia. Reaksi ini memungkinkan ikatan silang dengan sulfur yang terkandung dalam aspal untuk membuat jaringan makropolimer. Dengan demikian, membuat hasil campuran aspal karet menjadi homogen.

Ketika lateks pravulkanisasi dicampur dengan aspal penetrasi (pen) 60, partikel karet alam memenuhi ruang-ruang antar partikel aspal sehingga jarak antar partikel aspal menjadi lebih renggang. Partikel karet alam masuk ke dalam

sela-sela antara partikel aspal dan menyerap minyak yang ada dalam aspal dan membuat karet alam mengembang dan aspal karet yang dihasilkan menjadi lebih padat dan keras sehingga terjadi peningkatan nilai titik lembek aspal karet yang nantinya dapat membuat jalan lebih awet (Prastanto dkk, 2018).

Hasil dari grafik titik lembek aspal karet dengan penambahan *trans-polyoctenamer* mengalami kondisi yang fluktuatif dan kemungkinan yang terjadi pada grafik tersebut adalah temperatur pencampurannya. Semakin tinggi temperatur pencampuran aspal akan menyebabkan aging dan pada lateks mengalami degradasi yang menyebabkan adanya pemutusan rantai molekul karet alam yang panjang menjadi rantai molekul karet alam yang lebih pendek (Cifriadi dkk, 2011). Untuk efek waktu pencampuran yang digunakan tidak terlalu banyak mengalami perubahan-perubahan. Jika secara visual, aspal yang dipanaskan pada temperatur 150°C masih sedikit mengental, sedangkan aspal yang dipanaskan pada temperatur 160°C sudah lebih encer.

Secara keseluruhan, titik lembek aspal karet tertinggi yang diperoleh adalah 68°C dengan waktu pencampuran 5 jam pada temperatur 160°C dan konsentrasi *trans-polyoctenamer* yang digunakan sebanyak 3%. Kemungkinan dari hasil tertinggi tersebut memberikan efek interaksi terbaik untuk semua bahan yang telah dicampur secara bersamaan. Namun, dalam praktiknya titik lembek aspal karet lebih efisien jika menggunakan konsentrasi *trans-polyoctenamer* 4,5% dan waktu pencampuran selama 3 jam yaitu 64°C.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data hasil karakterisasi didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi temperatur pencampuran, variasi waktu pencampuran dan variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* tidak signifikan pengaruhnya terhadap rendemen aspal karet. Temperatur pencampuran terbaik pada rendemen aspal karet adalah 150°C dari dua variasi temperatur yang digunakan, untuk waktu pencampuran yang terbaik adalah 3 jam dari tiga variasi waktu pencampuran yang digunakan dan untuk konsentrasi *trans-polyoctenamer* yang terbaik adalah 3% dari tiga variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* yang digunakan. Hasil tertinggi dari rendemen aspal karet adalah 96,6%.
2. Variasi temperatur pencampuran, variasi waktu pencampuran dan variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* cukup signifikan pengaruhnya terhadap titik lembek aspal karet, walaupun masih ada sedikit penurunan. Temperatur pencampuran terbaik pada titik lembek aspal karet adalah 160°C dari dua variasi temperatur yang digunakan, untuk waktu pencampuran yang terbaik adalah 5 jam dari tiga variasi waktu pencampuran yang digunakan dan untuk konsentrasi *trans-polyoctenamer* yang terbaik adalah 3% dari tiga variasi konsentrasi *trans-polyoctenamer* yang digunakan. Hasil tertinggi dari titik lembek adalah 68°C.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dan analisis data hasil penelitian didapatkan saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan uji penetrasi untuk mengklasifikasikan kelas dan kualitas aspal, karena dengan penambahan karet alam ke dalam aspal dapat

dinyatakan berhasil jika nilai penetrasi aspal karet lebih rendah dari nilai penetrasi kontrol yaitu aspal penetrasi 60.

2. Perlu dilakukan uji daktilitas untuk menentukan ketahanan aspal terhadap retak dalam fungsinya sebagai lapisan perkerasan jalan.
3. Diperlukan pengecekan terhadap lama penyimpanan lateks pravulkanisasi yang akan digunakan untuk campuran pembuatan aspal karet.
4. Perlu dilakukan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi pada aspal yang dicampurkan dengan karet alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute. "Introduction to Asphalt." Lexington, Kentucky, 2001.
- ASTM D 1076 - 02. "Standard Specification for Rubber-Concentrated, Ammonia Preserved, Creamed, and Centrifuged Natural" ASTM International. 100 Barr Harbor Drive. PO Box C700. West Conshohocken, PA 19428-2959. United States. 2002.
- Cifriadi, A., Budianto, E., & Alfa, A.A., "Karakterisasi Karet Siklo Berbasis Lateks Karet Alam Berbobot Molekul Rendah." *Jurnal Penelitian Karet* Vol 29. No.1, p. 35-48, 2011.
- Hermadi, M. & Ronny, Y., "Pengaruh Penambahan Lateks Alam Terhadap Sifat Reologi Aspal." *Jurnal HPJI*, Vol.1 No. 2, p. 105-114, 2014.
- Katman, Herda Y., Ibrahim, M. R., Karim, M. R., Mashaan, N. S., & Koting, S., "Evaluation of Permanent Deformation of Unmodified and Rubber-Reinforced SMA Asphalt Mixtures Using Dynamic Creep Test." *Advances in Materials Science and Engineering*. 2015.
- Kyung Eui Min., & Han Mo Jeong. "Characterization of Air-Blown Asphalt / Trans-Polyoctenamer Rubber Blends." *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. Vol 19, p. 645-649. 2013.
- Iriansyah, AS. "Penggunaan Karet Alam untuk Meningkatkan Sifat Fisik Aspal Keras." *Jurnal Jalan dan Jembatan*. Vol. 22 No.3, 2005.
- Nuryati, L., Noviati, & Ekanantari. "Outlook Karet Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan." Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta. 2015.
- Pradani, N., "Pengaruh Penambahan Polimer Elastomer Terhadap Indeks Penetrasi Aspal yang Mengandung Aspal Daur Ulang." *Infrastruktur* Vol 3. No.1, p. 9-15, 2013.
- Prastanto, H., "Depolimerisasi Karet Alam Secara Mekanis untuk Bahan Aditif Aspal." *Jurnal Penelitian Karet* Vol 32. No.1, p. 81-87, 2014.

- Prastanto, H., Cifriadi, A., & Ramadhan, A., "Karakteristik dan Hasil Uji Marshall Aspal Termodifikasi dengan Karet Alam Terdepolimerisasi sebagai Aditif." *Jurnal Penelitian Karet* Vol 33. No.1, p. 75-82, 2015.
- Prastanto, H., Firdaus, Y., Puspitasari, S., Ramadhan, A., & Falaah, A. F., " Sifat Fisika Aspal Modifikasi Karet Alam pada berbagai Jenis dan Dosis Lateks Karet Alam." *Jurnal Penelitian Karet* Vol 36. No.1, p. 65-76, 2018.
- Rainal., Pratomo P., & Sulistyorini, R., "AC-WC Mixed Characteristics with Temperature Version of Mixing." *JRSDD*. Vol 3 No 2, p. 161-278. 2015.
- Saodang, H., " Perancanagn Perkerasan Jalan Raya." Penerbit Nova. Bandung. 2005.
- Sukirman, S., "Beton Campuran Panas." Penerbit Granit. Jakarta. 2003.
- Suprpto., "Bahan dan Strukur Jalan Raya." Biro Penerbit KMTS FT UGM. 2004.
- Yadollahi, G., & Mollahosseini, H. S., "Improving the Performance of Crumb Rubber Bitumen by Means of Poly Phosphoric Acid (PPA) and Vestenamer Additives." *Construction and Building Materials*. Vol 25, p. 3108-3116. 2011.

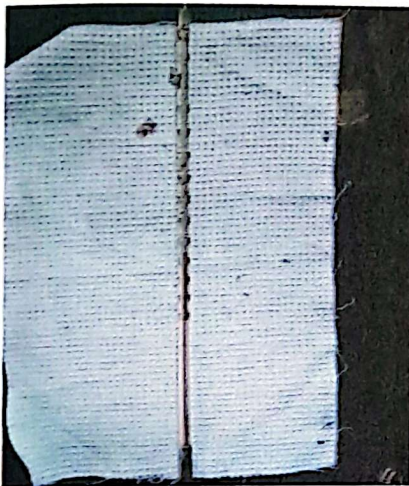
LAMPIRAN A
GAMBAR ALAT



Timbangan Digital SF-400A



Thermocouple



Termometer



Kaleng Susu Bekas Net 850 gram



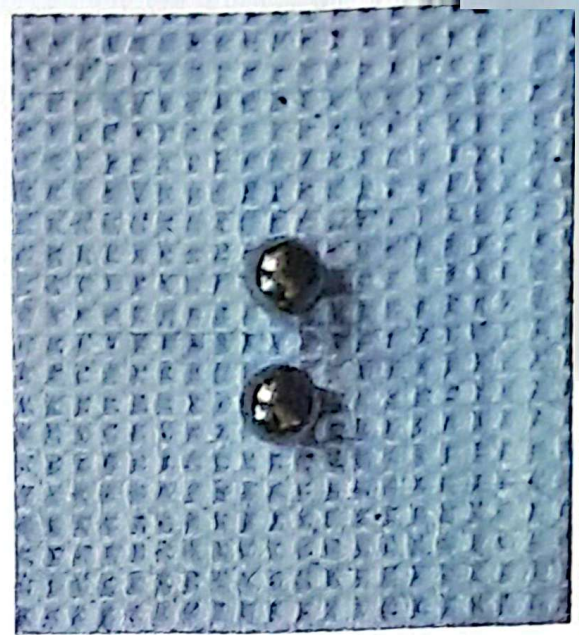
Kompor Listrik Maspion S-310



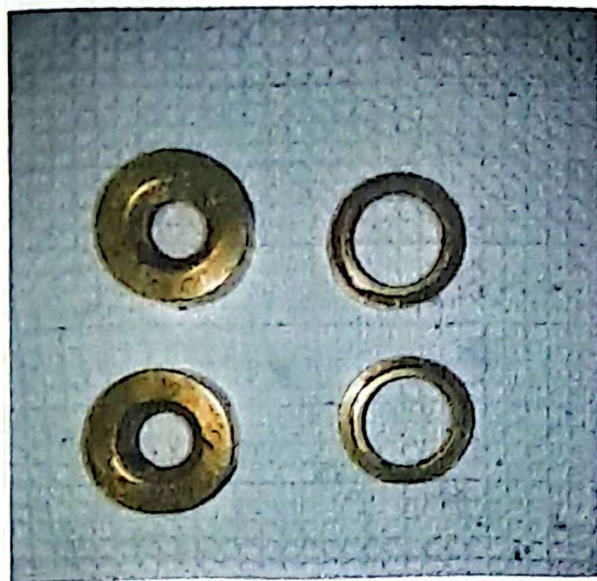
Panci Stainless Steel



Pelat Penyangga



Bola Baja

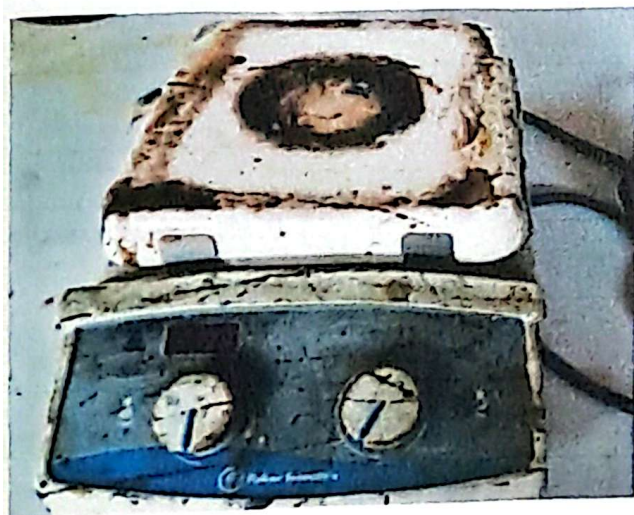


Cetakan Cincin



Statif dan Klem dan Mixer

RM 18N



Hot Plate merek Fisher Scientific



Beaker Glass 1000 ml

**LAMPIRAN B
GAMBAR BAHAN**



Aspal Penetrasi 60



Trans-Polyoctenamer



Lateks Pravulkanisasi

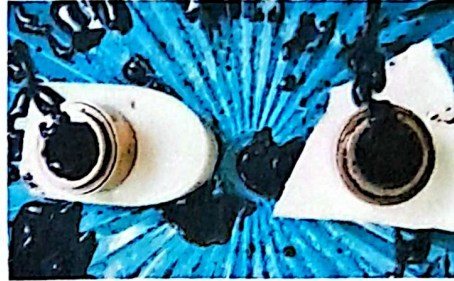


Oli Bekas

LAMPIRAN C
SAMPEL



Beberapa Sampel Sebelum Diproses



Sampel Pengujian Titik Lembek



Hasil Sampel Aspal Karet



Sampel Perhitungan Rendemen

LAMPIRAN D
Perhitungan Karakterisasi Bahan Lateks Pekat

1. Kadar Karet Kering (KKK)

$$\begin{aligned} W_1 &= 93,4486 \text{ gram} \\ W_2 &= 82,7037 \text{ gram} \\ W &= W_1 - W_2 \\ &= (93,4486 - 82,7037) \text{ gram} \\ &= 10,7449 \text{ gram} \\ WK_1 &= 6,2797 \text{ gram} \\ WK_2 &= 6,3021 \text{ gram} \end{aligned}$$

Perhitungan :

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

Keterangan :

$$\begin{aligned} \text{KKK} &= \text{Kadar Karet Kering, (\%)} \\ \text{WK} &= \text{Berat krep kering, (gram)} \\ W &= (W_1 - W_2), \text{ (gram)} \end{aligned}$$

- $\text{KKK, \% (1)} = \frac{6,2793}{10,7449} \times 100 = 58,44 \%$
- $\text{KKK, \% (2)} = \frac{6,3021}{10,7449} \times 100 = 58,65 \%$
- Rata-rata = $58,44\% + 58,65\%$
= 58,55%

2. Kadar Jumlah Padatan (KJP)

$$\begin{aligned} W_{1,1} &= 69,71230 \text{ gram} \\ W_{1,2} &= 66,2278 \text{ gram} \\ W_{2,1} &= 24,3929 \text{ gram} \\ W_{2,2} &= 23,9581 \text{ gram} \\ W_{3,1} &= 66,2278 \text{ gram} \\ W_{3,2} &= 62,5009 \text{ gram} \\ W_{4,1} &= 26,47386 \text{ gram} \\ W_{4,2} &= 26,1850 \text{ gram} \end{aligned}$$

Perhitungan :

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

Keterangan :

KJP = Kadar Jumlah Padatan

$W_4 - W_3$ = Berat padatan kering, (gram)

$W_3 - W_2$ = Berat sampel, (gram)

- KJP, % (1) $= \frac{26,47386 - 24,3929}{69,71230 - 66,2278} \times 100$
 $= \frac{2,08096}{3,4845} \times 100$
 $= 59,72\%$
- KJP, % (2) $= \frac{26,1850 - 23,9581}{66,2278 - 62,5009} \times 100$
 $= \frac{2,2269}{3,7269} \times 100$
 $= 59,75\%$
- Rata-rata $= 59,72\% + 59,75\%$
 $= 59,74\%$

3. Total Alkalinitas

$$W_1 = 71,0878 \text{ gram}$$

$$W_2 = 68,6847 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} W &= W_1 - W_2 \\ &= (71,0878 - 68,6847) \text{ gram} \\ &= 2,4031 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= V_1 - V_2 \\ &= (40,7 - 33,0) \\ &= 7,7 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$N = 0,1228 \text{ N}$$

Perhitungan :

Total alkalinitas dihitung sebagai %NH₃ dalam fasa lateks :

$$= (1,7 \times V \times N) / W$$

Keterangan :

N = Normalitas larutan HCl

V = Volume HCl 0,1N yang dibutuhkan

W = Berat sampel ($W_1 - W_2$), (gram)

TS = Kadar Jumlah Padatan

Total alkalinitas dihitung sebagai % NH_3 dalam fasa lateks :

$$\begin{aligned} &= (1,7 \times V \times N) / W \\ &= (1,7 \times 7,7 \text{ ml} \times 0,1228 \text{ N}) / 2,4031 \text{ gram} \\ &= 0,67 \% \end{aligned}$$

4. Bilangan KOH

$$KJP = 59,74\%$$

$$NH_3 = 0,67\%$$

$$pH = 10,96$$

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

$$W = \frac{100 \times 50}{KJP} \text{ (Penimbangan Lateks)}$$

$$= 83,70 \text{ gram}$$

$$N = 0,4268 \text{ N (untuk KOH)}$$

$$\begin{aligned} V_f &= \frac{\{(0,5 \times KJP)\} + \{(100 \times \%NH_3) - 50\} \times W}{189} \\ &= \frac{\{(0,5 \times 59,74\%)\} + \{(100 \times 0,67\%) - 50\} \times 83,70}{189} \end{aligned}$$

$$= 20,76 \text{ ml}$$

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

$$= \frac{100 \times 50}{30} - (83,70 \text{ gram} + 20,76 \text{ ml})$$

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

Perhitungan :

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

Keterangan :

V = Volume KOH pada titik akhir

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Bilangan KOH} &= \frac{561 \times 8,6 \text{ ml} \times 0,4268N}{83,70 \text{ gram} \times 59,74\%} \\ &= 0,412 \end{aligned}$$

5. Viskositas *Brookfield*

- Menggunakan nomor spindel 1
- Kecepatan yang digunakan 60 rpm
- Maka, faktor pengalinya 1 (pada Tabel)
- $\text{Dial reading} \times \text{Faktor} = \text{Viskositas (centipoise)}$
- $\text{Dial reading} = 98 \times 1$
 $= 98 \text{ Cp}$

Tabel 1. Kecepatan dan Faktor Pengali pada Viskositas *Brookfield*

Nomor spindel 1	
Kecepatan (rpm)	Faktor
0.3	200
0.6	100
1.5	40
3	20
6	10
12	5
30	2
60	1

6. Waktu Kemantapan Mekanis

$$KJP = 59,74\%$$

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

$$V = \frac{100 \times 59,74\%}{55} - 100$$

$$V = 8,62 \text{ ml}$$

$$WKM = 1320 \text{ detik}$$

LAMPIRAN E
Data Hasil Perhitungan Rendemen Aspal Karet

Kode	Berat Isi Aspal (gram)		Keterangan Sampel Aspal			Hasil (%)
	Sebelum dipindah	Sesudah dipindah	Temperatur (°C)	Waktu (Jam)	Konsentrasi <i>Trans-Polyoctenamer</i>	
A1	1002,4	968,7	150 °C	3 jam	3 %	96,6
A2	903,5	863,2	150°C	4 jam	3 %	95,5
A3	929,3	867,7	150 °C	5 jam	3 %	93,4
A4	1024	974,5	150 °C	3 jam	3 %	95,2
A5	997,8	962,6	160 °C	4 jam	3 %	96,5
A6	860,8	805,1	160 °C	5 jam	3 %	93,5
A7	972,9	926,2	150 °C	3 jam	4,5 %	95,2
A8	1056,3	1006,4	150 °C	4 jam	4,5 %	95,3
A9	927,3	870,3	150°C	5 jam	4,5 %	93,9
A10	886,7	851,8	160 °C	3 jam	4,5 %	96,1
A11	895,9	865,7	160 °C	4 jam	4,5 %	96,6
A12	832,8	779,2	160 °C	5 jam	4,5 %	93,6
A13	904,3	869,9	160°C	3 jam	6 %	96,2
A14	704,1	675,4	150°C	4 jam	6 %	96,0
A15	869,2	826,5	150°C	5 jam	6 %	95,1
A16	817,2	774,9	150 °C	3 jam	6 %	94,8
A17	857,4	810,0	160 °C	4 jam	6 %	94,5
A18	923,5	871,5	160 °C	5 jam	6 %	94,4
Aspal	898,2	838,7	150 °C	4 jam	-	93,4
A+T	850,0	824,3	150°C	4 jam	4,5 %	97,0
A+L	788,3	751,8	150 °C	4 jam	-	95,4

LAMPIRAN F
Data Hasil Karakterisasi Titik Lembek Aspal Karet

Kode	Titik Lembek (°C)		Keterangan Sampel Aspal			Hasil (°C)
	1	2	Temperatur (°C)	Waktu (Jam)	Konsentrasi <i>Tran-Polyoctenamer</i>	
A1	62	62	150 °C	3 jam	3 %	62
A2	61	61	150°C	4 jam	3 %	61
A3	60	60	150 °C	5 jam	3 %	60
A4	59	59	150 °C	3 jam	3 %	59
A5	60	60	160 °C	4 jam	3 %	60
A6	68	68	160 °C	5 jam	3 %	68
A7	61	60,5	150 °C	3 jam	4,5 %	60,75
A8	59	59	150 °C	4 jam	4,5 %	59
A9	61	61	150°C	5 jam	4,5 %	61
A10	64	64	160 °C	3 jam	4,5 %	64
A11	62	62	160 °C	4 jam	4,5 %	62
A12	61	61	160 °C	5 jam	4,5 %	61
A13	62	62	160°C	3 jam	6 %	62
A14	59	59	150°C	4 jam	6 %	59
A15	58	58	150°C	5 jam	6 %	58
A16	59	58,5	150 °C	3 jam	6 %	58,75
A17	59	59	160 °C	4 jam	6 %	59
A18	58	58	160 °C	5 jam	6 %	58
Aspal	54	54	150 °C	4 jam	-	54
A+T	57	57	150°C	4 jam	4,5 %	57
A+L	58	59	150 °C	4 jam	-	58,5

LAMPIRAN G**Contoh Perhitungan Rendemen Aspal Karet**

Contoh perhitungan dari beberapa sampel yaitu A1, A8, dan A18, rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Rendemen, \%} = \frac{\text{berat aspal sesudah}}{\text{berat aspal sebelum}} \times 100$$

- A1

$$\text{Rendemen, \%} = \frac{968,7 \text{ gram}}{1002,4 \text{ gram}} \times 100$$

$$\text{Rendemen, \%} = 96,6 \%$$

- A8

$$\text{Rendemen, \%} = \frac{1006,4 \text{ gram}}{1056,3 \text{ gram}} \times 100$$

$$\text{Rendemen, \%} = 95,3 \text{ 5}$$

- A15

$$\text{Rendemen, \%} = \frac{826,5 \text{ gram}}{869,2 \text{ gram}} \times 100$$

$$\text{Rendemen, \%} = 95,1\%$$