

## SKRIPSI

# “Efektivitas Penambahan Berat Aktivator ZnO (Seng Oksida) dan Sulfur Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam”

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program

Studi (S1) pada Fakultas Teknik

Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



Disusun Oleh :

Nama : Arina Rusydina A'isyana

NPM : 201010235004

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA  
2014**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### Efektivitas Penambahan Berat Aktivator ZnO (Seng Oksida) dan Sulfur Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam

Disusun Oleh :

Nama : Arina Rusydina A'isyana

NPM : 201010235004

Dengan ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta  
Raya

Disetujui dan Disahkan

Tanggal : 04 Agustus 2014

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



**DR. Ir. Yos Uly, MM., MBA.**



**Dewi Murniati, MSi.**

## LEMBAR PENGESAHAN

### Efektivitas Penambahan Berat Aktivator ZnO (Seng Oksida) dan Sulfur Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I :



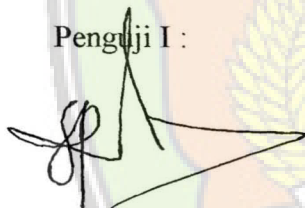
**DR. Ir. Yos Uly, MM., MBA.**

Dosen Pembimbing II :



**Dewi Murniati, M.Si.**

Penguji I :



**Dr. Ir. Samuel Rusen Kabangnga**

Penguji II:

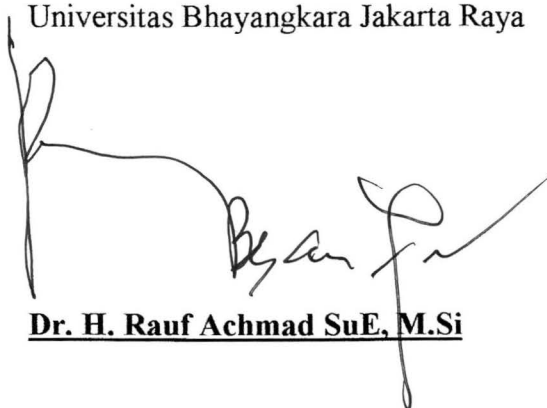


**Reni Masrida, ST., MT.**

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



**Dr. H. Rauf Achmad SuE, M.Si**

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



**Reni Masrida, ST., MT.**



**UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**LEMBAR PERNYATAAN**

Yang Bertanda Tangan Di bawah ini :

Nama : Arina Rusydina A'isyana

NPM : 201010235004

Program Studi : Teknik Kimia

Judul Skripsi : Efektivitas Penambahan Berat Aktivator ZnO (Seng Oksida) dan Sulfur Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam

Dengan ini menyatakan hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan karya orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

METERAI TEMPEL  
PAJAK PEMBANGUNAN BANGSA  
TGL. 20  
1AD27ACF38682403  
ENAM RIBU RUPIAH  
6000 DJP  
Penulis,  
  
(Arina Rusydina A'isyana)

## ABSTRAK

Nama : Arina Rusydina A'isyana  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul : Efektivitas Penambahan Berat Aktivator ZnO (Seng Oksida) dan Sulfur Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam

Karet merupakan hasil bumi yang bila diolah dapat menghasilkan berbagai macam produk yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam tahap pembuatan *compound* karet adalah bahan vulkanisasi (sulfur), bahan pengaktifasi, bahan pencepat, bahan pengisi, bahan antioksidan, dan sebagainya. Pada penelitian ini dilakukan dengan penambahan ZnO (Seng Oksida) dan sulfur serta temperatur vulkanisasi. Variasi ZnO (Seng Oksida) sebanyak 1%, 2%, 3% dan sulfur 5%, 10%, 15% dengan temperatur 65°C, 75°C. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perbedaan torsi (MH-ML) pada kadar 1% ZnO, 15% sulfur, temperatur 75°C mempunyai nilai selisih terbesar yaitu 0,790 N.m dan memiliki jumlah ikatan silang yang besar. Pada kadar sulfur 15% dan 3% ZnO, temperatur 75°C, memiliki nilai viskositas *mooney* yang maksimal sebesar 54,1 MV/4,9 MST. Ini menandakan bahwa adanya proses vulkanisasi berlangsung ditandai dengan meningkatnya viskositas. Dan diperoleh nilai maksimum uji tarik pada kadar 3% ZnO dan 15% sulfur pada temperatur 75°C sebesar 1,6 Mpa di modulus 100% dan 3,1 Mpa di modulus 200%. Analisa yang diuji adalah nilai viskositas *mooney* sebesar 43,0 MV/5,5 MST, nilai tingkat kematangan sebesar 0,535 N.m dan nilai uji tarik di modulus 100% adalah 1,2 Mpa, di modulus 200% adalah 2.1 Mpa, dan di modulus 300% adalah 3,5 Mpa. Sifat ini dianggap cukup optimal untuk menghasilkan barang jadi karet.

**Kata Kunci :** Karet alam, *compound* karet, ZnO (Seng Oksida), Sulfur

## ABSTRACT

Name : Arina Rusydina A'isyana  
Study Program : Chemical Engineering  
Title : Effect of addition activator of ZnO (Zinc Oxide) and Sulfur on mechanical properties of natural rubber vulcanized.

Rubber is the result of the earth which, when processed to produce a wide range of products that are needed in everyday life. In the manufacturing phase is material vulcanised rubber compound (sulfur), activating material, pencepat materials, fillers, antioxidants materials, and so on. In the study done by the addition of ZnO (Zinc Oxide) and sulfur and vulcanization temperature. Variation of ZnO (Zinc Oxide) as much as 1%, 2%, 3% and sulfur 5%, 10%, 15% and 65 ° C temperature vulcanization, 75 ° C. The experimental results showed that the torque difference (MH-ML) at levels of 1% ZnO, 15% sulfur, the temperature was 75 ° C has a value difference between the largest and has a large amount of crosslinking. On the sulfur content of 15% and 3% of ZnO, the temperature was 75 ° C, has a maximum value of Mooney viscosity. This indicates that the process of vulcanization takes place is marked by increasing viscosity. And the maximum value obtained in the tensile test levels of 3% ZnO and 15% sulfur at a temperature of 75 ° C at 1.6 MPa and dimodulus 100% modulus of 3.1 MPa at 200%.

**Keywords :** Natural rubber, *compound* karet, ZnO (*Zinc Oxide*), Sulfur

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbilalamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang memberikan karunia dan hikmat-Nya yang tiada terhingga sehingga panulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Efektivitas Penambahan Berat Aktivator ZnO (Seng Oksida) dan Sulfur Terhadap Sifat Mekanik Vulkanisat Karet Alam”.

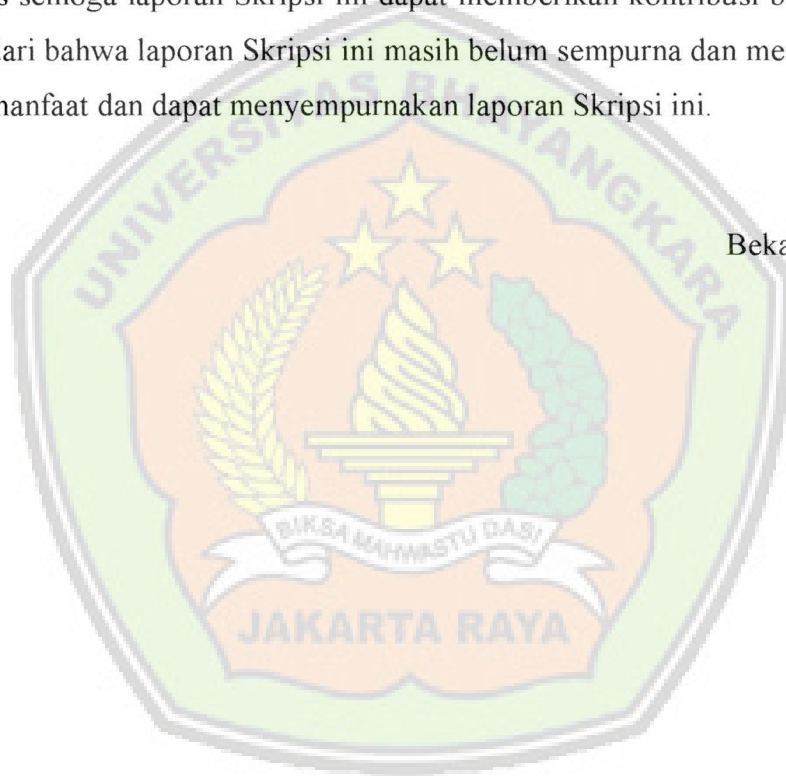
Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis.
2. Bapak dan Ibu selaku orang tua saya serta adik saya yang paling saya banggakan beserta seluruh keluarga yang lainnya yang selalu memberikan do'a, kebahagiaan, serta perhatiannya baik secara materil maupun spiritual.
3. Bapak Dr.H.Rauf Achmad SuE, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
4. Ibu Reni Marsida, ST., MT. Selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
5. Bapak Dr., Ir. Yos Uly, MBA, MM. Selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dewi Murniati, MSi. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi banyak ilmu, bimbingan, dukungan, saran, pengarahan serta motivasi dalam proses penulisan skripsi ini.
6. Bapak Hernowo Widodo, Ir., MT. yang telah banyak memberikan masukan, saran, pengarahan serta motivasi dan bantuan dalam membuat proposal skripsi serta tata cara untuk penulisan skripsi..
7. Seluruh jajaran dosen dan staf Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
8. Bapak Yuyun selaku Kepala Laboratorium di Industri yang telah membantu penyediaan tempat penelitian, dan Bapak Trimo selaku Pembimbing skripsi di Industri yang telah banyak memberikan bimbingan, dukungan, saran, pengarahan serta bantuan selama melaksanakan skripsi/penelitian.

9. Seluruh staf dan karyawan Perindustrian Perkaretan Di Indonesia atas bimbingan, keramahan serta rasa kekeluargaan selama melaksanakan kegiatan skripsi/penelitian.
10. Teman-teman mahasiswa/mahasiswi Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya angkatan 2010, atas bantuan kritik dan saran yang telah diberikan sehingga membuat motivasi penulis, terimakasih atas segala kebaikan, dan 4 tahun yang tak akan terlupakan.
11. Serta seluruh pihak yang telah membantu yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

Harapan penulis semoga laporan Skripsi ini dapat memberikan kontribusi bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa laporan Skripsi ini masih belum sempurna dan menerima kritik dan saran yang bermanfaat dan dapat menyempurnakan laporan Skripsi ini.

Bekasi, Agustus 2014



Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Pengertian Karet .....	6
2.1.1. Karet Alam .....	6
2.2. Bahan <i>Compound</i> Karet .....	7
2.2.1. Bahan Pemvulkanisasi .....	7
2.2.2. Bahan Pencepat .....	8
2.2.3. Bahan Penggiat Vulkanisasi .....	10

2.2.4. Bahan Penangkal Oksida (Antioksidan) .....	11
2.2.5. Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ) .....	12
2.2.6. Bahan Pewarna .....	13
2.3. Vulkanisasi .....	14
2.4. Proses Pengolahan Karet Alam .....	18
2.4.1. Proses Mastikasi dan Pencampuran .....	18
2.5. Senyawa ZnO .....	21
2.5.1. Aplikasi ZnO .....	21
2.5.2. Nanopartikel ZnO .....	22
2.6. Pengertian Pengujian-Pengujian Terhadap Barang Jadi Karet .....	24
2.6.1. Uji Kematangan Karet Menggunakan <i>Rheometer</i> .....	24
2.6.2. Uji Viskositas <i>Mooney</i> .....	25
2.6.3. Cara Pengukuran Viskositas <i>Mooney</i> .....	25
2.6.4. Uji Tarik .....	26
2.7. Sifat-Sifat Mekanik Bahan .....	28
<b>BAB III Metodologi Penelitian</b> .....	<b>34</b>
3.1. Tahap Penelitian .....	34
3.2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Skripsi .....	34
3.3. Variabel Penelitian .....	35
3.4. Pengujian Hasil Percobaan .....	38
3.5. Metode Penelitian .....	38
3.5.1. Alat .....	38
3.5.2. Bahan .....	38
3.5.3. Persiapan Bahan .....	39

3.5.4. Proses Pembuatan <i>Compound</i> Karet .....	39
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan</b> .....	41
4.1. Hasil Pengukuran Tingkat Kematangan .....	41
4.2. Hasil Pengukuran Pengujian Viskositas .....	46
4.3. Hasil Pengukuran Uji Tarik .....	50
4.3.1 Korelasi antara Modulus, Elongation Break dan Tensile Break pada pengujian kekuatan tarik .....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	63
5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Sifat-sifat karet .....	20
Tabel 2 : Karakterisasi ZnO (Seng Oksida) .....	21
Tabel 3 : Hasil pengujian Rheometer dari sampel temperatur 65°C .....	42
Tabel 4 : Hasil pengujian Rheometer dari sampel temperatur 75°C .....	42
Tabel 5 : Data hasil pengujian viskositas <i>mooney</i> .....	46
Tabel 6. Data hasil pengujian viskositas <i>mooney</i> temperatur 65°C .....	48
Tabel 7. Data hasil pengujian viskositas <i>mooney</i> temperatur 75°C .....	48
Tabel 8 : Hasil pengukuran uji tarik modulus 100% pada sampel uji (temperatur 65°C) .....	50
Tabel 9 : Hasil pengukuran uji tarik modulus 100% pada sampel uji (temperatur 75°C) .....	51
Tabel 10 : Hasil pengukuran uji tarik modulus 200% pada sampel uji (temperatur 65°C) .....	52
Tabel 11 : Hasil pengukuran uji tarik modulus 200% pada sampel uji (temp.75°C) .....	52
Tabel 12 : Hasil pengukuran uji tarik modulus 300% pada sampel uji (temperatur 65°C) .....	54

Tabel 13 : Hasil pengukuran uji tarik modulus 300% pada sampel uji (temperatur 75°C) ..... 54

Tabel 14. Hasil Pengukuran *Elongation Break* dan *Tensile Break* Pada Kekuatan Tarik ..... 56

Tabel 15. Hasil data dari pengukuran uji tingkat kematangan, viskositas *mooney* dan uji tarik ..... 60



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Gambar 1. Bentuk isomer cis dan trans 1,4-Poliisoprena .....	7
Gambar 2 : Ikatan silang vulkanisasi lanjut pada overlap antar partikel karet...	16
Gambar 3 : Mekanisme Vulkanisasi Belerang .....	17
Gambar 4 : Pembentukan ikatan silang molekul karet dengan sulfur setelah vulkanisasi .....	17
Gambar 5 : Nanopartikel ZnO .....	23
Gambar 6 : Alat uji tarik .....	28
Gambar 7 : Kalsifikasi bahan mekanik .....	29
Gambar 8 : Bentuk sampel standar untuk pengujian tegangan-regangan .....	32
Gambar 9 : Kurva pengujian tegangan-regangan .....	32
Gambar 10 : Persiapan Bahan .....	38
Gambar 11: Proses Pembuatan Compound Karet .....	38
Gambar 12: Diagram Alir Penelitian .....	40
Gambar 13. Grafik antara kadar %ZnO dengan MH, ML, dan Selisih MH-ML Pada Temperatur proses 65°C .....	43
Gambar 14. Grafik antara kadar %Sulfur dengan MH, ML, dan Selisih MH-ML Pada Temperatur proses 65°C .....	43
Gambar 15. Grafik antara kadar %ZnO dengan MH, ML, dan Selisih MH-ML Pada Temperatur proses 75°C .....	44
Gambar 16. Grafik antara kadar %Sulfur dengan MH, ML, dan Selisih MH-ML Pada Temperatur proses 75°C .....	45
Gambar 17: Grafik MV dan MST.....	47
Gambar 18. Grafik MV dan MST temperatur 65°C .....	48

Gambar 19. Grafik MV dan MST temperatur 75°C .....	49
Gambar 20. Contoh sampel uji tarik .....	50
Gambar 21: Grafik Hasil Pengujian uji tarik modulus 100% pada sampel uji (temperatu 65°C) .....	51
Gambar 22: Grafik Hasil Pengujian uji tarik modulus 100% pada sampel uji (temperatur 75°C) .....	51
Gambar 23: Grafik Hasil Pengujian uji tarik modulus 200% pada sampel uji (temp.75°C) .....	52
Gambar 24: Grafik Hasil Pengujian uji tarik modulus 200% pada sampel uji (temp.75°C) .....	53
Gambar 25: Grafik Hasil Pengujian uji tarik modulus 300% pada sampel uji (temperatur 65°C) .....	54
Gambar 26: Grafik Hasil Pengujian uji tarik modulus 300% pada sampel uji (temperatur 75°C) .....	55
Gambar 27. Grafik plot antara <i>Elongation Break</i> dan <i>Tensile Break</i> terhadap modulus 100% .....	57
Gambar 28. Grafik plot antara <i>Elongation Break</i> dan <i>Tensile Break</i> terhadap modulus 200% .....	57
Gambar 29. Grafik plot antara <i>Elongation Break</i> dan <i>Tensile Break</i> terhadap modulus 300% .....	58
Gambar 30. Grafik plot antara nilai Tingkat Kematangan, Viskositas <i>Mooney</i> dan nilai uji tarik (modulus 100%, 200% dan 300% .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil Data Analisis Anova-Uji Statistik Viskositas <i>Mooney</i> (MV) dan MST ( <i>Mechanical Stability Time</i> ).....	65
Lampiran 2 : Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar ZnO terhadap uji mooney (MV).....	66
Lampiran 3 : Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar sulfur terhadap uji mooney (MV) .....	69
Lampiran 4 : Anova untuk pengaruh kadar ZnO dan sulfur terhadap uji viskositas <i>mooney</i> (MV) .....	72
Lampiran 5 : Anova untuk pengaruh kadar ZnO dan sulfur terhadap uji MST ( <i>Mechanical Stability Time</i> ) .....	74
Lampiran 6. Hasil Data Analisis Anova-Uji Statistik (Uji taril modulus 100%, 200% dan 300%) .....	78
Lampiran 7 : Anova untuk pengaruh kadar ZnO dan sulfur terhadap uji tarik (modulus 100%) .....	78
Lampiran 8 : Anova untuk pengaruh kadar ZnO dan sulfur terhadap uji tarik (modulus 200%) .....	81
Lampiran 9 : Anova untuk pengaruh kadar ZnO dan sulfur terhadap uji tarik (modulus 300%) .....	85
Lampiran 10: Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar ZnO terhadap uji tarik modulus 100%.....	88
Lampiran 11: Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar ZnO terhadap uji tarik modulus 200%.....	89



Lampiran 12: Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar ZnO terhadap uji tarik modulus 300% .....	90
Lampiran 13: Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar Sulfur terhadap uji tarik modulus 100% .....	91
Lampiran 14: Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar Sulfur terhadap uji tarik modulus 200% .....	92
Lampiran 15: Anova untuk pengaruh temperatur dan kadar Sulfur terhadap uji tarik modulus 300% .....	93
Lampiran 16: Gambar Karet Alam .....	94
Lampiran 17: Gambar ZnO ( <i>Zinc Oxide</i> ) .....	94
Lampiran 18: Foto-foto sampel uji .....	94
Lampiran 19 : Foto-foto Proses Pembuatan <i>Compound</i> Karet .....	96
Lampiran 20: Tabel Rencana Penelitian .....	98
Lampiran 21 : Hasil Data mentah <i>Rheometer</i> (Tingkat Kematangan) .....	100
Lampiran 22 : Grafik data <i>Rheometer</i> (Tingkat Kematangan) .....	101
Lampiran 23 : Hasil Data Mentah Uji Tarik Modulus 100%, 200%, 300% .....	102
Lampiran 24 : Grafik Uji Tarik Modulus 100%, 200%, 300% .....	102
Lampiran 25 : Hasil Data Mentah <i>Elongation Break</i> (%) dan <i>Tensile Break</i> ...	103
Lampiran 26 : Grafik <i>Elongation Break</i> (Perpanjangan Putus %) .....	103
Lampiran 27 : Grafik <i>Tensile Break</i> .....	104
Lampiran 28. Perhitungan Neraca Massa Pembuatan <i>Compound</i> .....	104