

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PENCAMPURAN
POLYURETHANE DENGAN *FILLER SILICA* TERHADAP
SIFAT MEKANIK ELASTOMER UNTUK *SPOKE BAN-NON*
PNEUMATIK**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Program Studi Teknik Mesin

Oleh:
WISNU YUSUF PAMBUDI
NIM: 1520622032

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
TAHUN 2026**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

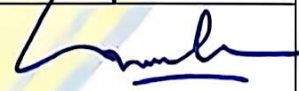
BENTUK: SKRIPSI

Nama Penyusun : Wisnu Yusuf Pambudi
 NIM : 1520622032
 Program Studi/Fakultas : S1 Teknik Mesin/Fakultas Teknik
 Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Temperatur Pencampuran
Polyurethane dengan *Filler* Terhadap Sifat Mekanik
Elastomer Silica Untuk *Spoke Ban Non-Pneumatik*

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan Lulus/ ~~Tidak Lulus~~*)

Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 07 Agustus 2026.

Tim Penguji.

Ketua Penguji	Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM 0402117902	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. 0022047608	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	Nugroho Gama Yoga, M.T. 0005027603	
Anggota Penguji (Pembimbing I)	Dr. Eng. Agung Premono, M.T. 0001057706	
Anggota Penguji (Pembimbing II)	Dr. Ir. Dyah Arum Wulandari, M.T 0001087704	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNI

Koordinator Program Studi

S1 Teknik Mesin



Prof. Dr. Neng Si Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.

NIDN. 0029023204

Dr. Ir. Ragil Sukarno, S.T., M.T, IPM.

NIDN. 0402117902

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Wisnu Yusuf Pambudi
NIM : 1520622032
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Pengaruh Variasi Temperatur Pencampuran *Polyurethane* dengan *Filler Silica* Terhadap Sifat Mekanik *Elastomer* Untuk *Spoke Ban Non-Pneumatik*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 10 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Wisnu Yusuf Pambudi

NIM. 1520622032

Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Wisnu Yusuf Pambudi
NIM : 1520622032
Fakultas/Prodi : Teknik/ S1 Teknik Mesin
Alamat email : wisnuyusufpambudi6@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

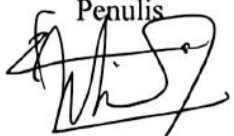
PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PENCAMPURAN *POLYURETHANE* DENGAN FILLER *SILICA* TERHADAP SIFAT MEKANIK ELASTOMER UNTUK *SPOKE* BAN-NON PNEUMATIK

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19 Agustus 2026

Penulis

(Wisnu Yusuf Pambudi)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Pencampuran *Polyurethane* dengan *Filler Silica* Terhadap Sifat Mekanik *Elastomer* Untuk *Spoke* Ban *Non-Pneumatik*” dengan tepat waktu. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menempuh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Agung Premono, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Dyah Arum Wulandari, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM. Selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen pengampu mata kuliah di program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan sehingga penulis memiliki bekal untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Staff Program Studi Teknik Mesin dan Staff Lab Teknik Mesin yang membantu dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orang tua penulis Bapak Nardi dan Ibu Sukarmi yang telah memberikan semangat, doa, nasihat, motivasi, dan juga dukungan dalam menyelesaikan dan menyusun laporan penelitian skripsi ini.

7. Teman-teman S1 Teknik Mesin UNJ yang telah memberikan semangat, kritik, dan saran serta semua pihak yang telah berjuang sama dan membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Melinda Ayu Listyowati yang telah memberikan motivasi, semangat, doa serta menemani penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi materi maupun sistematika penulisannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Bekasi, 6 Januari 2026

Penulis



Wisnu Yusuf Pambudi

NIM. 1520622032

Intelligentia - Dignitas

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PENCAMPURAN
POLYURETHANE DENGAN FILLER SILICA TERHADAP SIFAT
MEKANIK ELASTOMER UNTUK SPOKE BAN-NON PNEUMATIK**

Wisnu Yusuf Pambudi

Dosen Pembimbing: Dr. Eng. Agung Premono, M.T dan Dr. Ir. Dyah Arum

Wulandari, M.T

ABSTRAK

Ban non-pneumatik merupakan salah satu inovasi di bidang otomotif yang memerlukan material dengan kombinasi kekuatan, elastisitas, dan ketahanan deformasi yang baik sehingga komposit *Polyurethane-Silica* (PU-SiO₂) berpotensi sebagai spoke ban non-pneumatik. Salah satu parameter proses yang memengaruhi karakteristik mekanik komposit adalah temperatur pencampuran selama proses fabrikasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi temperatur pencampuran terhadap sifat mekanik komposit PU-SiO₂ dengan kandungan filler sebesar 2 wt.% sebagai kandidat material spoke ban non-pneumatik. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan variasi temperatur pencampuran 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, dan 70°C. Spesimen dibuat menggunakan metode *casting* dengan cetakan (RTV) *silicone*, kemudian dilakukan pengujian tarik berdasarkan ASTM D412 dan pengujian tekan berdasarkan ASTM D575 menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Parameter yang dianalisis meliputi *Peak Load*, *Ultimate Tensile Strength* (UTS), tegangan pada regangan 100% (σ_{100}), tegangan pada regangan 300% (σ_{300}), *Elongation at Break*, *Compressive Strength*, tegangan tekan pada regangan 10% (σ_{10}), dan regangan tekan maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur pencampuran memberikan pengaruh terhadap karakteristik mekanik komposit PU-SiO₂. Pada pengujian tarik, temperatur pencampuran 50°C menghasilkan performa terbaik dengan nilai *Peak Load* sebesar 238,20 N, UTS sebesar 9,92 MPa, σ_{100} sebesar 6,49 MPa, σ_{300} sebesar 8,51 MPa, dan *Elongation at Break* sebesar 511,64%. Sementara itu, hasil pengujian tekan menunjukkan bahwa setiap parameter mekanik memiliki kecenderungan perubahan yang berbeda terhadap variasi temperatur pencampuran, dengan *Compressive Strength* tertinggi sebesar 14,02 MPa pada temperatur 30°C, nilai σ_{10} tertinggi sebesar 9,75 MPa pada temperatur 40°C, serta *Peak Load* tertinggi sebesar 8985,20 N pada temperatur 70°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur pencampuran berpengaruh terhadap karakteristik mekanik komposit *Polyurethane-Silica*, dengan respons mekanik yang bergantung pada jenis pembebanan dan parameter yang dievaluasi.

Kata kunci: ASTM D412, ASTM D575, *Polyurethane-Silica*, sifat mekanik, temperatur pencampuran.

**THE EFFECT OF MIXING TEMPERATURE VARIATIONS OF
POLYURETHANE WITH SILICA FILLER ON THE MECHANICAL
PROPERTIES OF ELASTOMER FOR NON-PNEUMATIC SPOKE TYRES**

Wisnu Yusuf Pambudi

Supervisor: Dr. Eng. Agung Premono, M.T and Dr. Ir. Dyah Arum

Wulandari, M.T

ABSTRACT

Non-pneumatic tires are one of the innovations in the automotive industry that require materials with an excellent combination of Strength, elasticity, and deformation resistance. Therefore, Polyurethane-Silica (PU-SiO₂) composites have the potential to be used as spoke materials for non-pneumatic tires. One of the processing parameters that is presumed to affect the mechanical characteristics of the composite is the mixing temperature during the fabrication process. This study aimed to analyze the effect of mixing temperature variation on the mechanical properties of PU-SiO₂ composites containing 2 wt.% Silica filler as a candidate material for non-pneumatic tire spokes. An experimental method was employed using mixing temperatures of 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, and 70°C. The specimens were fabricated using the casting method with Room Temperature Vulcanizing (RTV) silicone molds and subsequently tested under Tensile loading according to ASTM D412 and Compressive loading according to ASTM D575 using a Universal Testing Machine (UTM). The evaluated mechanical parameters included Peak Load, Ultimate Tensile Strength (UTS), stress at 100% strain (σ_{100}), stress at 300% strain (σ_{300}), Elongation at Break, Compressive Strength, Compressive stress at 10% strain (σ_{10}), and maximum Compressive strain. The results indicated that variations in mixing temperature significantly affected the mechanical characteristics of the PU-SiO₂ composites. Under Tensile loading, the specimen fabricated at a mixing temperature of 50°C exhibited the best performance, with a Peak Load of 238.20 N, UTS of 9.92 MPa, σ_{100} of 6.49 MPa, σ_{300} of 8.51 MPa, and an Elongation at Break of 511.64%. In contrast, the compression test results showed different trends for each mechanical parameter, with the highest Compressive Strength of 14.02 MPa obtained at 30°C, the highest σ_{10} of 9.75 MPa at 40°C, and the highest Peak Load of 8985.20 N at 70°C. Overall, the results demonstrate that mixing temperature influences the mechanical characteristics of Polyurethane-Silica composites, with the mechanical response depending on the loading mode and the evaluated mechanical parameter.

Keywords: ASTM D412, ASTM D575, mechanical properties, mixing temperature, Polyurethane-Silica.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR BENTUK: SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Batasan Penelitian	7
1.4 Perumusan Masalah.....	7
1.5 Tujuan Penelitian.....	8
1.6 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II KERANGKA TEORITIK	10
2.1 Dasar Teori	10
2.1.1 Ban Pneumatik	10
2.1.2 Ban Non-Pneumatic	11
2.1.3 Spoke Ban Non-Pneumatik.....	13
2.1.3.1 Jenis-Jenis Spoke	13
2.1.3.2 Kebutuhan Material Spoke	17
2.1.4 Polyurethane Sebagai Material Elastomer	18

2.1.5 <i>Silica</i> sebagai <i>Filler</i>	20
2.1.6 Komposit <i>Polyurethane– Silica</i> (PU– SiO ₂)	21
2.1.7 Teknik Pencampuran Komposit <i>Polyurethane–Silica</i>	23
2.1.8 Sifat Mekanik yang Diuji	25
2.1.8.1 Uji Tarik (ASTM D412).....	25
2.1.8.2 Uji Tekan (ASTM D575)	28
2.2 Penelitian Sebelumnya	30
2.3 Kerangka Berpikir	42
2.4 Hipotesis Penelitian.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	45
3.1.1 Tempat Penelitian	45
3.1.2 Waktu Penelitian.....	45
3.2 Metode Penelitian.....	45
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	46
3.3.1 Alat Penelitian	46
3.3.2 Bahan Penelitian.....	46
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	48
3.5 Teknik dan Prosedur Pengambilan Data	49
3.5.1 Studi Literatur	49
3.5.2 Desain Spesimen	50
3.5.3 Pembuatan <i>Master Mold</i>	51
3.5.4 Pembuatan Cetakan (<i>Molding</i>)	52
3.5.5 Persiapan Bahan dan Pembuatan Spesimen <i>Spoke</i>	54
3.5.6 Pengujian Tarik.....	63
3.5.7 Pengujian Tekan	66

3.6 Teknik Analisis Data	68
3.6.1 Analisis Uji Tarik dan Tekan	68
BAB IV HASIL PENELITIAN	70
4.1 Hasil Fabrikasi.....	70
4.1.1 Hasil Pembuatan Cetakan.....	70
4.1.2 Hasil Pembuatan Spesimen	72
4.2 Hasil Uji Tarik	75
4.2.1 Data Hasil Uji Tarik	75
4.2.2 Analisis Hasil Uji Tarik	83
4.3 Hasil Uji Tekan.....	88
4.3.1 Data Hasil Uji Tekan	89
4.3.2 Analisis Hasil Uji Tekan.....	97
BAB V PENUTUP	103
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	106
LAMPIRAN.....	113
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	186

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Material Properties <i>Polyurethane</i>	20
Tabel 2.2 Material Properties <i>NanoSilica</i>	21
Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya	30
Tabel 3.1 Parameter 3D Printing	52
Tabel 3.2 Perhitungan Spesimen Uji Tarik	56
Tabel 3.3 Perhitungan Spesimen Uji Tekan	57
Tabel 3.4 Parameter Fabrikasi Komposit <i>Polyurethane-Silica</i>	63
Tabel 3.5 Matriks Penelitian Uji Tarik	68
Tabel 3.6 Matriks Penelitian Uji Tekan	69
Tabel 4.1 Hasil Pembuatan Spesimen Uji Tarik	72
Tabel 4.2 Hasil Pembuatan Spesimen Uji Tekan	73
Tabel 4.3 Tabel Rata-Rata Hasil Uji Tarik Komposit <i>Polyurethane-Silica</i> dengan Variasi Temperatur Pencampuran	75
Tabel 4.4 Tabel Rata-Rata Hasil Uji Tekan Komposit <i>Polyurethane-Silica</i> dengan Variasi Temperatur Pencampuran	89

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ban Kendaraan a) ban radial, b) ban solid	10
Gambar 2.2 Ban <i>Non-Pneumatic</i>	11
Gambar 2.3 Struktur Ban <i>Non-Pneumatic</i>	12
Gambar 2.4 <i>Spoke-type non-pneumatic tyre</i> : (a) <i>Tweel</i> , (b) <i>Tweel tyres on lunar rover</i> , (c) <i>GYROBLADE</i> , (d) <i>ERW</i> , (e) <i>Uptis</i> , and (f) <i>mechanical elastic tyre</i>	14
Gambar 2.5 <i>Multi-hole type non-pneumatic tyres</i> : (a) <i>honeycomb</i> , (b) <i>air-free</i> , (c) <i>non-pneumatic tyre whose structure has negative Poisson's ratio</i> , (d) <i>TurfCommand</i> , (e) <i>visual concept</i> , (f) <i>lunar rover tyre</i> , (g) <i>i-Fex</i>	15
Gambar 2.6 <i>Convex-type tyres</i> : (a) <i>Tiltread and Motiv</i> , (b) <i>Maxplo and Smasher</i> , (c) <i>Dandelion</i> , and (d) <i>reCharge</i>	15
Gambar 2.7 <i>Solid-type non-pneumatic tyres</i> : (a) <i>Eagle 360 and Eagle 360 Urban</i> , (b) <i>3D-printed PU tyre</i> , (c) <i>PU tyre with fine structure</i> , and (d) <i>Oxygene</i>	16
Gambar 2.8 <i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	25
Gambar 2.9 Spesimen ASTM D412.....	26
Gambar 2.10 <i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	28
Gambar 2. 11 Kerangka Berpikir	42
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	48
Gambar 3.2 Desain Spesimen a) ASTM D412 Type C, b) ASTM D575.....	50
Gambar 3.3 Mesin 3D Print Bambulab X1	51
Gambar 3.4 Filament 3D Print PLA Basic Bambulab	51
Gambar 3.5 Hasil 3D Printing a) Spesimen Uji Tarik, b) Spesimen Uji Tekan....	52
Gambar 3.6 <i>Silicone Rubber RTV 77</i>	53
Gambar 3.7 Alat <i>Vacum Chamber</i>	53
Gambar 3.8 Hasil Cetakan (<i>Silicone Mold</i>)	54
Gambar 3.9 <i>Polyurethane casting shore 93A</i>	55
Gambar 3.10 <i>Silica Powder</i>	55
Gambar 3.11 Alat <i>Hot Plate</i> modifikasi dengan <i>mixer</i>	58

Gambar 3.12 Persiapan bahan, a) <i>Polyurethane A</i> , b) <i>Silica</i> untuk Spesimen Uji Tarik, c) <i>Silica</i> untuk Uji Tekan.....	59
Gambar 3.13 Pemanasan <i>Silica</i>	59
Gambar 3.14 Proses pemanasan PU A+ <i>Silica</i> , a) Dengan temperatur 30°C, b) Hasil <i>mixing</i> dengan temperatur 30°C.....	60
Gambar 3.15 Campuran PU A+ <i>Silica</i> yang sudah dicampur dimasukkan kedalam alat <i>Vacum Chamber</i>	60
Gambar 3.16 Pengecekan menggunakan <i>Thermo Gun</i>	61
Gambar 3.17 Alat <i>Pressure Pot</i>	62
Gambar 3.18 Proses <i>Curing</i> Setelah Penghilangan Gelembung Pada Alat <i>Pressure Pot</i>	62
Gambar 3.19 Standar spesimen uji tarik	64
Gambar 3.20 Standar spesimen uji tekan.....	66
Gambar 4.1 Master <i>mold</i> hasil pencetakan 3D Uji Tarik ASTM D412 dan Uji Tekan ASTM D575.....	71
Gambar 4.2 Hasil Cetakan RTV <i>Silicone</i> Uji Tarik ASTM D412 dan Uji Tekan ASTM D575	71
Gambar 4.3 Kurva Gaya–Pertambahan Panjang (<i>Force–Elongation</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> dengan Variasi Temperatur Pencampuran....	76
Gambar 4.4 Kurva Tegangan–Regangan (<i>Stress–Strain</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> dengan Variasi Temperatur Pencampuran....	78
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Nilai Beban Maksimum (<i>Peak Load</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran	79
Gambar 4.6 Perbandingan Nilai Kuat Tarik Maksimum (<i>Ultimate Tensile Strength/UTS</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran.....	80
Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Regangan Putus (<i>Elongation at Break</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran	81
Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Tegangan pada Regangan 100% Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran.....	82

Gambar 4.9 Perbandingan Nilai Tegangan pada Regangan 300% Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran.....	83
Gambar 4.10 Kurva Gaya–Perpindahan (<i>Force–Deflection</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> dengan Variasi Temperatur Pencampuran....	90
Gambar 4.11 Kurva Tegangan Tekan –Regangan Tekan (<i>Compressive Stress–Compressive Strain</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> dengan Variasi Temperatur Pencampuran	92
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Nilai Beban Maksimum (<i>Peak Load</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran	93
Gambar 4.13 Perbandingan Nilai Kekuatan Tekan Maksimum (<i>Compressive Strength, $\sigma_{c,max}$</i>) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran.....	94
Gambar 4.14 Perbandingan Nilai Regangan Tekan Maksimum ($\epsilon_{c,max}$) Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran	95
Gambar 4.15 Perbandingan Nilai Tegangan pada Regangan 10% Komposit <i>Polyurethane–Silica</i> pada Berbagai Temperatur Pencampuran.....	96

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Pembuatan <i>Hot Plate</i> Modifikasi	113
Lampiran 2: Pembuatann <i>Silicone Mold</i>	115
Lampiran 3: Pembuatan Spesimen	116
Lampiran 4: Perhitungan Komposisi Campuran	124
Lampiran 5: Pengujian Tarik ASTM D412 dan Tekan ASTM D575	125
Lampiran 6: Data Mentah Hasil Uji Tarik	126
Lampiran 7: Data Mentah Hasil Uji Tekan	129
Lampiran 8: Kurva Pengujian Tarik	132
Lampiran 9: Kurva Pengujian Tekan	139
Lampiran 10: Surat/Laporan Pengujian Laboratorium	146



Intelligentia - Dignitas