



**PENURUNAN GAYA REGANG (*FORCE DECAY*)  
*ELASTOMERIC CHAIN* GENERASI I DAN  
GENERASI II PADA PERENDAMAN  
SALIVA BUATAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**Anindita Permata Hardarini Putri**

**161610101076**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PENURUNAN GAYA REGANG (*FORCE DECAY*)  
*ELASTOMERIC CHAIN* GENERASI I DAN  
GENERASI II PADA PERENDAMAN  
SALIVA BUATAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1) dan mencapai  
gelar Sarjana Kedokteran Gigi**

Oleh

**Anindita Permata Hardarini Putri**

**161610101076**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT Tuhan semesta alam pemilik seluruh ilmu pengetahuan, yang senantiasa memberikan rahmat dan anugrah pada setiap hambaNya dalam kehidupan dan menuntut ilmu
2. Kedua orang tua, Ayah Hari Murti, S.T., dan Mama Wahyu Budi Sulistyorini, S.S., yang memberikan doa dan semua hal tanpa terputus dengan sangat baik hingga hari ini
3. drg. Leliana Sandra Devi A.P., Sp.Ort dan drg. Lusi Hidayati, M.Kes yang memberikan dukungan serta ilmu dalam setiap tahapan penulisan skripsi
4. Seluruh almamater saya, yang selalu saya banggakan

**MOTTO**

*Do what is right,  
nice,  
wise,  
and necessary*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anindita Permata Hardarini Putri

NIM : 161610101076

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Penurunan Gaya Regang (*Force Decay*) *Elastomeric Chain* Generasi I dan Generasi II pada Perendaman Saliva Buatan” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Maret 2020

Yang menyatakan

Anindita Permata H.P.

NIM. 161610101076

**SKRIPSI**

**PENURUNAN GAYA REGANG (*FORCE DECAY*)  
*ELASTOMERIC CHAIN* GENERASI I DAN  
GENERASI II PADA PERENDAMAN  
SALIVA BUATAN**

Oleh

Anindita Permata Hardarini Putri

NIM. 161610101076

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Leliana Sandra Devi A.P., Sp.Ort

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Lusi Hidayati, M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penurunan Gaya Regang (*Force Decay*) *Elastomeric Chain* Generasi I dan Generasi II pada Perendaman Saliva Buatan” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 23 Maret 2020

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

**Tim Penguji**

Dosen Penguji Ketua,

Dosen Penguji Anggota,

Dr. drg. Rina Sutjiati, M.Kes  
NIP. 196510131994032001

Prof. drg. Dwi Prijatmoko, Ph.D  
NIP. 195808041983031003

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Pendamping,

drg. Leliana Sandra Devi A.P., Sp.Ort  
NIP. 197208242001122001

drg. Lusi Hidayati, M.Kes  
NIP. 197404152005012002

Mengesahkan

Dekan,

Drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp.Prof.

NIP. 196901121996011001

## RINGKASAN

**Penurunan Gaya Regang (*Force Decay*) *Elastomeric Chain* Generasi I dan Generasi II pada Perendaman Saliva Buatan;** Anindita Permata Hardarini Putri, 161610101076; 61 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

*Elastomeric chain* merupakan salah satu komponen alat ortodonti yang banyak digunakan untuk memberi gaya tambahan pada pergeseran gigi baik ke arah mesial maupun distal. *Elastomeric chain* merupakan suatu elastik atau karet sintesis yang memiliki banyak keunggulan antara lain mudah diaplikasikan, murah, serta tidak membutuhkan banyak kerja sama antara pasien dan dokter gigi. Sama seperti benda elastis pada umumnya, *elastomeric chain* memiliki keterbatasan dalam mempertahankan gaya regang karena apabila suatu elastik diregangkan melebihi batas elastisitasnya, maka akan mengalami perubahan sifat berupa pertambahan panjang dan menurunnya gaya regang. Penurunan gaya regang yang dapat dialami *elastomeric chain* ini juga dapat diperburuk dengan adanya paparan saliva pada rongga mulut karena *elastomeric chain* memiliki sifat menyerap air. Sifat ini akan membuat penurunan gaya regang lebih cepat terjadi karena air akan merusak sifat fisik dari molekul *elastomeric chain*.

Pembaruan *elastomeric chain* untuk meningkatkan keunggulannya sebagai komponen tambahan berbahan karet sintesis banyak diproduksi beberapa perusahaan *elastomeric chain* dengan peningkatan kualitas dari produk sebelumnya, salah satunya yaitu *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II dari perusahaan Ormco<sup>®</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan penurunan gaya regang (*force decay*) dari *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II yang merupakan produk lama dan produk pembaruan dengan klaim memiliki stabilitas lebih tinggi pada Generasi II. Kedua produk ini merupakan *elastomeric chain* yang masih sama-sama banyak digunakan para ortodontis.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan jumlah sampel sebanyak 40 buah *elastomeric chain*. Model penelitian yang digunakan adalah *post test only group design*, yang menganalisis sampel sesudah



diberi perlakuan. Sampel penelitian dibagi menjadi 2 kelompok yaitu 20 *elastomeric chain* Generasi I dan 20 *elastomeric chain* Generasi II. Dari masing-masing kelompok tersebut sampel dibagi lagi menjadi suatu sub kelompok berdasarkan kelompok hari pengukuran gaya, yaitu hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28 dengan masing-masing sub kelompok terdapat 5 sampel. Semua sampel kemudian direndam dalam saliva buatan dan diukur penurunan gayanya berdasar kelompok hari yang telah ditentukan. Uji pendukung juga dilakukan pada kedua kelompok sampel untuk mengidentifikasi perbedaan struktur penyusun masing-masing sampel menggunakan alat *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR).

Dari hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa pada *elastomeric chain* Generasi I terjadi penurunan gaya regang yang signifikan antara hari ke-7 dan 14. Sedangkan pada kelompok *elastomeric chain* Generasi II mengalami penurunan gaya regang yang signifikan antara hari ke-1 dan 7 serta hari ke-14 dan 21. Uji perbandingan antara 2 kelompok menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II pada hari ke-7, 14, 21, dan 28 dengan Generasi II mengalami penurunan gaya yang lebih sedikit dibandingkan Generasi I yang berarti Generasi II lebih optimal dalam mempertahankan gaya regang. Hal ini juga selaras dengan hasil uji pendukung FTIR, yang menunjukkan bahwa *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II memiliki penyusun yang sama, namun pada Generasi II memiliki gugus fungsi yang lebih banyak terutama pada gugus hidroksil (OH) dan isisoanat (N=C=O) yang membuat sifatnya lebih stabil.

## PRAKATA

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat, karunia, dan kehendakNya, sehingga penulis diberikan kemampuan dan kesehatan dalam menyelesaikan skripsi dengan judul “Penurunan Gaya Regang (*Force Decay*) *Elastomeric Chain* Generasi I dan Generasi II pada Perendaman Saliva Buatan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) untuk kemudian melanjutkan mendidikan ke jenjang profesi.

Dalam penyusunannya, skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. drg. R. Rahardyan Parnaaji, M.Kes., Sp.Pros., selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
2. drg. Leliana Sandra Devi Ade Putri, Sp.Ort selaku dosen pembimbing utama dan drg. Lusi Hidayati, M.Kes selaku dosen pembimbing pendamping yang telah membagikan ilmu, dukungan, dan pengalaman dalam membimbing skripsi
3. Dr. drg. Rina Sutjiati, M.Kes selaku dosen penguji ketua dan Prof. drg. Dwi Prijatmoko, Ph.D selaku dosen penguji anggota yang memberi ilmu, saran, dan masukan hingga skripsi ini terselesaikan
4. drg. Dyah Setyorini, M.Kes selaku dosen pembimbing akademik yang setia menjadi ibu dan tempat berbagi cerita selama di jenjang preklinik
5. Mamaku Wahyu Budi Sulistyorini, S.S dan ayah Hari Murti, S.T yang memberikan semua yang terbaik hingga hari ini. Terima kasih sudah mejadi tempat pulang paling nyaman setiap harinya
6. Uti, dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan mendukung semua keinginan dan cita-cita
7. Teman diskusi satu tahun terakhir: Marisa Icha, Isfania Harmintaswa, Devanti Ayu, yang menghadapi suka duka skripsi ini bersama-sama setiap tahapannya

8. Kos Andritta: Ocik, Okta, Yenny, sebagai tempat mengungsi dan berkeluh kesah
9. Nuzha, Salsa, Geo, Denayu, Cantika, yang mendukung dari jauh
10. Keluarga Tutor H: Hasna, Septi, Ardin, Nadiyah, Ambulu, Ibek, Devanti, Reza dan Ocik yang selalu menguji kesabaran dan menikmati setiap proses baik mudah maupun sulit setiap blok dan mata kuliah
11. KKN Pasirian Jaya Mandiri dan keluarga baru di Desa Pasirian yang mengajarkan kesederhanaan dan saling menjaga, Mas Ardi dan Fifi yang selalu ada dan mendampingi
12. Teman-teman angkatan 2016 yang berproses bersama sejak menjadi mahasiswa baru dan secepatnya akan menjadi mahasiswa profesi. Semoga tetap saling menjaga satu sama lain.
13. Pihak pengelola Laboratorium Farmasi, Laboratorium Karakterisasi Material, dan seluruh staf Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
14. Pihak-pihak lain yang terlibat dan tidak disebut satu persatu, terima kasih telah menganggap saya ada dan bisa.

Jember

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Alat Ortodonti Cekat</b> .....	5
<b>2.2 <i>Elastomeric Chain</i></b> .....	5
2.2.1 Jenis <i>Elastomeric Chain</i> .....	6
2.2.2 Struktur dan Komposisi <i>Elastomeric Chain</i> .....	7
2.2.3 Sifat <i>Elastomeric Chain</i> .....	8
2.2.4 Modifikasi <i>Elastomeric Chain</i> .....	9
2.2.5 <i>Elastomeric Chain</i> Generasi I.....	10
2.2.6 <i>Elastomeric Chain</i> Generasi II .....	10
<b>2.3 Elastisitas dan Hukum Hooke pada Benda Elastik</b> .....	10
<b>2.4 Mekanisme Penurunan Gaya Regang (<i>Force Decay</i>)</b> .....	11
2.4.1 Pembengkakan Polimer .....	12
2.4.2 Putusnya Ikatan Rantai Molekul.....	12

<b>2.5 Faktor yang Memengaruhi Penurunan Gaya Regang</b> .....	12
<b>2.6 Saliva Buatan</b> .....	13
<b>2.7 Alat Uji</b> .....	14
2.7.1 <i>Orthodontic Force Gauge (Dontrix Gauge)</i> .....	14
2.7.2 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	14
<b>2.8 Kerangka Konsep</b> .....	16
<b>2.9 Penjelasan Kerangka Konsep</b> .....	17
<b>2.10 Hipotesis</b> .....	17
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	18
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	18
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	18
3.2.1 Tempat Penelitian .....	18
3.2.2 Waktu Penelitian.....	18
<b>3.3 Sampel Penelitian</b> .....	18
3.3.1 Bentuk dan Ukuran Sampel .....	18
3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian.....	19
3.3.3 Besar Sampel Penelitian .....	19
<b>3.4 Variabel Penelitian</b> .....	20
3.4.1 Variabel Bebas .....	20
3.4.2 Variabel Terikat .....	20
3.4.3 Variabel Terkendali .....	20
<b>3.5 Definisi Operasional</b> .....	21
3.5.1 <i>Elastomeric chain</i> .....	21
3.5.2 Waktu Peregangan dan Perendaman.....	21
3.5.3 Penurunan Gaya Regang ( <i>Force Decay</i> ) .....	21
3.5.4 Identifikasi Struktur Penyusun.....	21
<b>3.6 Alat dan Bahan</b> .....	21
3.6.1 Alat Penelitian.....	21
3.6.2 Bahan Penelitian .....	22
<b>3.7 Prosedur Penelitian</b> .....	22
3.7.1 Uji Struktur Penyusun <i>Elastomeric Chain</i> .....	22
3.7.2 Penentuan Panjang Peregangan <i>Elastomeric Chain</i> .....	23

3.7.3 Pengelompokan dan Perlakuan Sampel.....	24
3.7.4 Pengukuran Penurunan Gaya Regang.....	25
<b>3.8 Analisis Data .....</b>	<b>26</b>
<b>3.9 Alur Penelitian .....</b>	<b>27</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Hasil .....</b>	<b>28</b>
4.1.1 Penurunan Gaya Regang ( <i>Force Decay</i> ) .....	28
4.1.2 Perbandingan Struktur Penyusun.....	30
<b>4.2 Analisis Data .....</b>	<b>33</b>
4.2.1 Uji Normalitas.....	33
4.2.2 Uji Homogenitas .....	33
4.2.3 Uji Statistik Non-Parametrik <i>Kruskall-Wallis</i> .....	33
4.2.4 Uji <i>Mann-Whitney</i> .....	34
<b>4.3 Pembahasan .....</b>	<b>36</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>41</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>46</b>

**DAFTAR TABEL**

4.1	Besar <i>force decay</i> Generasi I.....	28
4.2	Besar <i>force decay</i> Generasi II .....	29
4.3	<i>Wavenumber</i> dan tranmitansi Generasi I dan II .....	32
4.4	Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> antar kelompok.....	34
4.5	Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> Generasi I.....	35
4.6	Hasil uji <i>Mann-Whitney</i> Generasi II .....	35

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Jenis <i>elastomeric chain</i> .....	6
2.2	Proses sintesis poliuretan.....	7
2.3	Grafik hubungan gaya dan perubahan panjang .....	11
2.4	<i>Orthodontic force gauge</i> .....	14
2.5	<i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	15
2.6	Kerangka konsep.....	16
3.1	Regio gugus fungsi pada spektrum inframerah.....	23
3.2	Ilustrasi 1 papan akrilik.....	24
3.3	Ilustrasi 10 papan akrilik.....	24
3.4	Alur penelitian.....	27
4.1	Grafik perbandingan <i>force decay</i> Generasi I dan II.....	29
4.2	Spektrum Generasi I.....	30
4.3	Spektrum Generasi II.....	31



**DAFTAR LAMPIRAN**

A. Alat penelitian.....	46
B. Bahan penelitian.....	47
C. Pelaksanaan penelitian.....	47
D. Hasil uji FTIR .....	49
E. Hasil uji statistik.....	51
F. Surat ijin penelitian.....	59

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu tujuan penting dalam perawatan ortodonti adalah menerapkan gaya yang berkesinambungan untuk mencapai gerakan gigi secara efektif dengan efek samping minimal (Mirhasemi, dkk., 2016). *Elastomeric chain* merupakan salah satu komponen yang digunakan dalam perawatan ortodonti cekat yang juga dikenal dengan sebutan *power chain*. *Elastomeric chain* adalah suatu elastik yang tersedia dalam bentuk rantai panjang dengan lubang yang saling terhubung dan ketika diaplikasikan menyerupai pita yang menghubungkan gigi-geligi (Bhalajhi, 2015).

*Elastomeric chain* umumnya digunakan untuk menggeser gigi ke arah mesial maupun distal untuk menutup diastema dan merupakan metode *space closure* yang paling populer karena kemudahan aplikasinya, biaya yang murah, serta kenyamanan pasien dan dokter gigi. Namun, *elastomeric chain* juga memiliki beberapa kekurangan, diantaranya bersifat cukup sensitif terhadap kondisi di dalam rongga mulut yang memengaruhi sifatnya menjadi mudah berubah sehingga menyebabkan deformasi elastik (Mahajan, dkk., 2015). Deformasi elastik yang bersifat ireversibel ini kemudian menyebabkan terjadinya penurunan gaya regang (*force decay*) pada *elastomeric chain*. Kekurangan inilah yang menyebabkan *elastomeric chain* selama pengaplikasiannya memerlukan penggantian secara berkala.

Penggantian secara berkala *elastomeric chain* pada aplikasi klinis banyak dilakukan dalam rentang waktu 3 atau 4 minggu sekali atau bahkan dalam interval waktu yang lebih lama (Weissheimer, dkk., 2013). Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa rata-rata penurunan gaya regang terbesar pada *elastomeric chain* terjadi dalam 24 jam pertama sebesar 50%-75% dari gaya awal (Da Silva, 2009). Gaya regang pada *elastomeric chain* kemudian mengalami penurunan sedikit demi sedikit secara konstan (Syaukani, 2014). Penelitian yang dilakukan

oleh Hershey dan Reynolds juga menunjukkan adanya penurunan gaya regang sebesar 60% setelah pemakaian *elastomeric chain* selama 4 minggu (Prastiti, 2018).

Ketika dilakukan penarikan atau peregangan, *elastomeric chain* pada umumnya memiliki kemampuan untuk kembali ke ukuran dan bentuk semula. Namun, bila peregangan melebihi batas elastik, maka akan terjadi peruraian dan pelurusan sebagian struktur penyusun *elastomeric chain* dari yang semula spiral menjadi linier, sehingga *elastomeric chain* akan kehilangan sifat elastisnya (Brantley, 2001). Terdapat faktor lain yang mendukung terjadinya penurunan gaya regang *elastomeric chain* yaitu sifatnya yang hidrofilik atau menyerap air. Air yang terserap dapat menyebabkan pembengkakan pada *elastomeric chain* (*swelling*) dan secara mekanik dapat menurunkan kekuatan tarik atau gaya yang dihasilkan *elastomeric chain* (Sugiman, 2013).

Air yang terserap dapat berasal dari saliva maupun ketika mengonsumsi minuman. Saliva berperan lebih banyak dalam penyerapan air karena lebih banyak berkontak dengan *elastomeric chain* dalam rongga mulut. Saliva yang terserap akan merusak susunan rantai penyusun karena atom hidrogen pada air dapat berikatan dengan molekul dalam polimer (Proffit, dkk., 2018). Selain itu, faktor yang ada dalam rongga mulut seperti tekanan pengunyahan, pergerakan gigi, variasi pH, enzim dalam saliva, dan suhu rongga mulut memiliki pengaruh dalam tingkat penurunan kekuatan rantai (Syaukani, 2011).

*Elastomeric chain* merupakan karet sintesis dengan bahan utama berupa poliuretan yang terdiri dari kumpulan ikatan monomer berupa uretan dan komposisi rincinya merupakan rahasia komersial dari perusahaan. Kualitas *elastomeric chain* bergantung pada proses produksinya (Weissheimer, dkk., 2013). Kelemahan sifat *elastomeric chain* dapat dikontrol dengan memodifikasi rantai penyusun dari polimer agar menjadi lebih stabil dan kuat, sehingga diharapkan tidak mudah terjadi deformasi elastik. Saat ini, modifikasi *elastomeric chain* banyak dilakukan dengan mengubah komposisinya untuk meminimalisasi kekurangan dari struktur penyusunnya yaitu poliuretan (Sulaiman, 2014).

Salah satu produk pembaruan *elastomeric chain* adalah Generasi I dan Generasi II yang diproduksi oleh Ormco<sup>®</sup>, USA. Generasi II merupakan pembaruan dari Generasi I yang diklaim memiliki stabilitas gaya regang lebih lama sehingga diharapkan efektivitas waktu perawatan menggunakan *elastomeric chain* dapat lebih efektif. Penelitian mengenai *force decay* sebelumnya banyak dilakukan untuk membandingkan antar merk *elastomeric chain*. Belum ada penelitian terkini yang membandingkan produk dari pabrik yang sama seperti *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II merk Ormco<sup>®</sup>. Kedua produk dari Ormco<sup>®</sup> ini masih diproduksi dan digunakan meskipun terdapat klaim bahwa Generasi II lebih stabil dalam mempertahankan gaya sehingga terjadinya *force decay* seharusnya lebih rendah bila dibandingkan dengan Generasi I.

Berdasar uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan penurunan gaya regang dan perbedaan komposisi penyusun *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II pada perendaman saliva buatan dengan suhu normal rongga mulut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

- 1.2.1 Bagaimana perbedaan penurunan gaya regang *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II pada perendaman saliva buatan?
- 1.2.2 Bagaimana perbandingan struktur penyusun regang *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II yang memengaruhi penurunan gaya regang?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

- 1.3.1 Mengetahui perbedaan penurunan gaya regang *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II pada perendaman saliva buatan
- 1.3.2 Mengetahui perbandingan struktur penyusun regang *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II yang memengaruhi penurunan gaya regang

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

- 1.4.1 Memberikan informasi mengenai perbandingan stabilitas gaya regang *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II
- 1.4.2 Memberikan informasi pada dokter gigi untuk menentukan waktu kontrol pada pasien dengan perawatan ortodonti dengan pemakaian *elastomeric chain*
- 1.4.3 Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian lebih lanjut

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alat Ortodonti Cekat

Alat ortodonti cekat adalah peranti ortodonti yang melekat pada gigi pasien sehingga tidak bisa dilepas sendiri oleh pasien. Alat ini mempunyai tiga komponen utama, yaitu *attachment* berupa *bracket* atau *band*, kawat busur (*archwire*), dan *auxillary* (Rahardjo, 2012).

Alat ortodonti cekat melekat dengan baik pada gigi dan mampu menghasilkan pergerakan gigi yang lebih besar daripada dengan alat ortodonti lepasan. Perlekatan pada permukaan gigi melalui braket memungkinkan pergerakan gigi secara vertikal dan horizontal. Gaya untuk pergerakan gigi juga dapat dihasilkan oleh interaksi antara braket dan *arch wire* yang melalui braket sehingga memungkinkan terjadinya gerakan rotasi dan apikal. Interaksi antara *arch wire* dan braket menentukan jenis dan arah gerakan yang diinginkan (Mitchell, 2013).

### 2.2 Elastomeric Chain

*Elastomeric chain* adalah suatu elastik yang tersedia dalam bentuk rantai panjang dengan lubang yang saling terhubung dan ketika diaplikasikan menyerupai pita yang menghubungkan gigi-geligi (Bhalajhi, 2015). Berbagai produk *elastomeric chain* yang beredar sekarang merupakan perkembangan dari bahan elastomer di kedokteran gigi sebelumnya yang terbuat dari lateks dan membutuhkan pergantian karet setiap harinya sehingga dianggap kurang efektif dalam penggunaannya (Brantley, 2001).

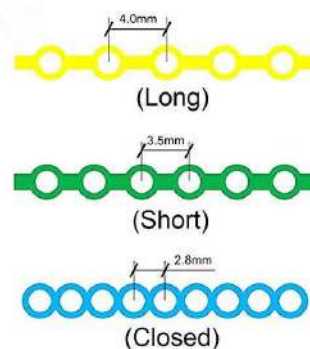
*Elastomeric chain* diperkenalkan pertama kali pada profesi kedokteran gigi pada tahun 1960 dan terbuat dari bahan sintesis yaitu elastomer poliuretan. *Elastomeric chain* adalah material yang dapat kembali ke bentuk semula dengan cepat setelah mengalami perubahan bentuk (Quenzer, 2015). *Elastomeric chain*

juga memiliki kemampuan untuk kembali ke ukuran semula dengan cepat setelah menerima tekanan, sifat ini sama dengan sifat yang dimiliki *coil spring*. *Elastomeric chain* akan tetap aktif walaupun celah antar gigi yang digerakkan sudah tertutup, hal ini untuk memastikan tidak terjadinya relaps (O'Brien, 2009).

### 2.2.1 Jenis *Elastomeric Chain*

Berdasarkan jarak lubangnya atau jarak *interlink*, *elastomeric chain* dibagi menjadi 4 tipe (Yanez, 2019):

1. *Closed chain*; direkomendasikan untuk penutupan ruang pada gigi insisivus bawah. Rantai ini memiliki jarak *interlink* 3 mm. *Closed chain* umumnya memberikan gaya awal yang lebih tinggi dan mempertahankan gaya sisa lebih banyak daripada rantai panjang. *Elastomeric chain* jenis *closed chain* banyak digunakan dalam retraksi caninus.
2. *Short chain*; direkomendasikan untuk penutupan ruang lengkung gigi-geligi rahang bawah. Jarak *interlink* adalah 3,5 mm.
3. *Long chain*; direkomendasikan untuk penutupan ruang lengkung gigi rahang atas. Jarak *interlink* adalah 4 mm.

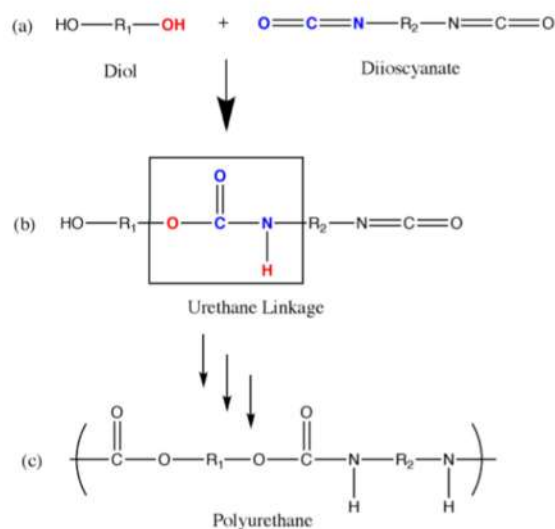


Gambar 2.1 Jenis *elastomeric chain*. (a) *long chain* (b) *short chain* (c) *closed chain*

### 2.2.2 Struktur dan Komposisi *Elastomeric Chain*

Polimer merupakan suatu molekul besar yang terbentuk dari unit-unit monomer. Monomer membentuk susunan rantai linier dan bercabang. Polimer dibagi dalam tiga bentuk yaitu polimer elastomer, polimer serat, dan polimer plastik. Polimer elastomer merupakan polimer yang mempunyai sifat seperti karet. Polimer serat merupakan polimer mirip benang seperti kapas, sutera, atau nilon. Sedangkan polimer plastik merupakan polimer yang berupa lembaran tipis (Winarno, 2017).

Poliuretan merupakan bahan polimer *elastomeric chain* yang mempunyai ciri khas adanya gugus fungsi uretan (-NHCOO-) dalam rantai utama polimer. Uretan terbentuk dari reaksi antara diol (-OH) yang merupakan gugus hidroksil dan isosianat. Gugus isosianat adalah gugus fungsi dengan rumus kimia R-N=C=O. Reaksi antara kedua gugus fungsi ini kemudian akan menghasilkan monomer berupa uretan yang kemudian akan membentuk suatu poliuretan (Istiqomah, 2012).



Gambar 2.2 Proses sintesis poliuretan. (a) Diol dan diisosianat (b) Reaksi antara diol dan diisosianat untuk membentuk uretan (c) Struktur poliuretan dari hasil reaksi multipel. (Sumber: Casaus, 2009)



### 2.2.3 Sifat *Elastomeric Chain*

Polimer terdiri dari ikatan-ikatan dengan gaya ikatan primer dan sekunder yang rendah. Pada awalnya, polimer terlihat sebagai suatu pola spiral. Pola ini memungkinkan *elastomeric chain* untuk memiliki sifat dapat kembali ke ukuran semula yang disebut dengan *elastic memory* dan dapat kembali ke bentuk semula yang disebut *shape memory* setelah mengalami peregangan (Brantley, 2001).

*Elastomeric chain* merupakan polimer elastomer yang sifatnya elastis seperti karet, memiliki rantai panjang, dan memiliki struktur ikatan silang yang ringan. Kemampuan elastomer untuk mempertakankan gaya dan kembali ke bentuk semula merupakan peningkatan dari entropi. Entropi merupakan ukuran ketidakteraturan dalam rantai dan entropi akan meningkat ketika ketidakteraturan rantai meningkat juga yang ditandai dengan terjadinya distorsi pada rantai makromolekul (Brantley, 2001).

Saat dilakukan penarikan, terjadi deformasi elastik dengan terurainya dan terjadi pelurusan sebagian molekul, dan pemanjangan yang dihasilkan searah dengan arah penarikan (Callister, 2018). Ikatan primer *elastomeric chain* akan tetap berbentuk ikatan silang hingga mencapai batas elastis dari *elastomeric chain*. Tetapi, bila peregangan melebihi batas elastik, maka akan terjadi deformasi internal yang menghasilkan perubahan struktur ikatan yang semula spiral menjadi linier, sehingga *elastomeric chain* akan kehilangan sifat elastisnya (Brantley, 2001). Deformasi elastis adalah suatu regangan yang apabila ada suatu gaya yang diberikan dalam bentuk tarikan maka material akan berubah sedikit lebih panjang dan akan kembali lagi seperti semula apabila beban yang diberikan dihilangkan (Winarno, 2017).

Sifat *elastomeric chain* yang lebih kaku juga akan memberikan gaya yang lebih besar daripada *elastomeric chain* yang lebih elastis. Hal ini dikarenakan modulus elastisitas *elastomeric chain* semakin besar. Gaya yang dihasilkan *elastomeric chain* didapatkan dari ikatan silang dari penyusunya yang merupakan komposisi internal dari produsen. Komposisi internal ditentukan dari teknologi berdasarkan teknik produksi dan bahan mentah pada saat proses pembuatan (Brantley, 2001).

#### 2.2.4 Modifikasi *Elastomeric Chain*

Mobilitas internal dari rantai segmen harus dibatasi untuk menjaga polimer agar tetap dapat kembali ke bentuk semula karena pergerakan ireversibel dari rantai segmen akan menyebabkan terjadinya deformitas permanen. Ikatan silang yang relatif rendah lebih mampu memfasilitasi peregangan besar dengan tanpa adanya kerusakan pada ikatan primer (Brantley, 2001). Ketika diaplikasikan, *elastomeric chain* diharapkan dapat memberikan gaya yang cukup dalam jangka waktu yang lama. Saat ini, modifikasi *elastomeric chain* banyak dilakukan untuk meminimalisasi kekurangan dari struktur penyusunnya yaitu poliuretan.

Salah satu modifikasi yang dilakukan yaitu dengan mengubah komposisinya ketika proses produksi, yaitu memperpanjang rantai atom. Pemanjangan rantai dapat dilakukan dengan menambahkan sejumlah atom karbon pada saat reaksi diisosiyanat. Semakin panjang rantai atom *elastomeric chain* maka ikatan rantai atomnya semakin kuat. Ikatan yang lebih kuat akan mengakibatkan berkurangnya penyerapan air sehingga deformasi permanen juga semakin berkurang (Sulaiman, 2014).

Sifat mekanik poliuretan juga dapat diatur dengan mengatur struktur rantai molekulnya. Struktur rantai dipengaruhi oleh jumlah ikatan silang. Semakin rapat ikatan silang maka daya serap akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan ikatan silang memberikan kekakuan dalam rantai panjang makro molekul. Sehingga elastomer akan mengembang ketika dimasukkan ke dalam pelarut dengan berat molekul rendah (Wang, dkk., 2015). Selain itu, peningkatan jumlah ikatan silang antar rantai polimer juga dapat menyebabkan polimer lebih elastis dan menurunkan viskositas polimer (Rosita, 2016). Banyaknya ikatan silang pada suatu poliuretan tergantung pada komposisi OH dan NCO serta suhu ketika reaksi. Semakin banyak gugus isosiyanat (NCO) dan gugus hidroksil (OH) maka semakin lentur polimer yang terbentuk (Wibowo, 2015).

### 2.2.5 *Elastomeric Chain* Generasi I

*Elastomeric chain* Generasi I terbuat dari formulasi poliuretan khusus yang mampu mempertahankan kekuatan yang konstan pada gaya yang ringan. Dibandingkan Generasi II, *elastomeric chain* Generasi I memiliki lebih banyak varian warna dan tersedia dalam jenis *open* dan *closed chain* (Ormco, 2003). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mahajan, dkk. (2015) menunjukkan bahwa *elastomeric chain* Generasi I memiliki sifat fisik yang hampir sama dibandingkan dengan *elastomeric chain* merk lain.

### 2.2.6 *Elastomeric Chain* Generasi II

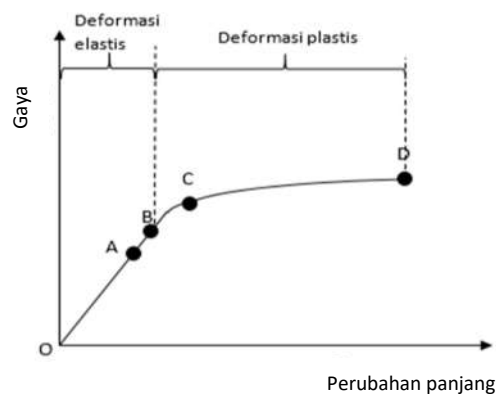
Generasi II berbahan dasar poliuretan seperti *elastomeric chain* pada umumnya. *Elastomeric chain* Generasi II memiliki varian warna lebih sedikit dari Generasi I yaitu *clear* dan *grey* dan jenis rantai lebih banyak seperti *open*, *close*, dan *wide*. Generasi II merupakan pembaruan dari Generasi I dan diduga memiliki karakteristik bahan elastomer yang ideal untuk lebih lama dalam mempertahankan kestabilan gaya regang (Ormco, 2017).

Penelitian *in vitro* yang dilakukan oleh Balhoff pada tahun 2011 menunjukkan bahwa Generasi II memiliki ketahanan yang baik dalam menyalurkan gaya secara langsung pada gigi-gigi dalam jangka waktu yang lebih lama. Hal ini dikarenakan pada Generasi II memiliki atom karbon yang lebih banyak dan rantai penyusunnya lebih panjang. Panjangnya rantai penyusun membuat struktur *elastomeric chain* lebih stabil untuk tidak mudah terjadi deformasi, sehingga mendukung sifat *elastomeric chain* Generasi II menjadi lebih stabil dalam mempertahankan gaya (Sulaiman, 2004).

## 2.3 Elastisitas dan Hukum Hooke pada Benda Elastik

Elastisitas adalah kemampuan sebuah benda untuk kembali ke bentuk awalnya ketika gaya yang diberikan pada benda tersebut dihilangkan. Jika suatu

gaya diberikan pada benda elastis dan pegas maka benda tersebut akan berubah bentuk berupa pertambahan panjang. Pertambahan panjang berbanding lurus dengan gaya tarik yang diberikan. Pernyataan ini disampaikan oleh Robert Hooke pada tahun 1666 yang kemudian dikenal dengan Hukum Hooke. Setelah melewati batas elastisitas, maka suatu benda elastis akan mengalami deformasi plastis. Plastis adalah ketidakmampuan suatu benda kembali ke bentuk semula setelah suatu gaya dihilangkan (Doyan, 2018).



Gambar 2.3 Grafik hubungan gaya dan perubahan panjang pada benda elastis. Titik A disebut batas Hooke. Titik B disebut batas elastis. Titik C disebut titik tekuk. Jika gaya dihilangkan elastik tidak akan kembali ke bentuk awal. Titik D disebut titik patah. Jika gaya diberikan sampai pada titik D maka elastik akan putus atau patah pada kawat. (Sumber: Doyan, 2018)

Semakin elastis suatu benda, maka semakin tinggi batas elastisitasnya. Jika suatu benda memiliki batas elastisitas yang lebih besar maka akan semakin sukar mengalami deformasi plastis. Benda yang diberikan gaya melebihi batas elastisitasnya, perubahan yang dapat dilihat adalah pemanjangan. Pemanjangan merupakan salah satu bukti kehilangan gaya dari Hukum Hooke (Bigoni, 2012).

#### 2.4 Mekanisme Penurunan Gaya Regang (*Force Decay*)

Penelitian-penelitian sebelumnya tentang *force decay* menyebutkan bahwa penurunan gaya regang terbesar pada *elastomeric chain* terjadi dalam 24 jam setelah pemakaian dan kemudian menurun sedikit demi sedikit secara konstan (Syaukani, 2014). *Elastomeric chain* pada umumnya mengalami penurunan gaya

regang pada 24 jam pertama sebesar 50%-75% dari gaya awal dan kemudian menurun sebanyak 10% pada 3 minggu setelah pemakaian (Da Silva, 2009).

#### 2.4.1 Pembengkakan Polimer

Ketika suatu polimer terpapar suatu cairan, maka akan terjadi degradasi berupa pembengkakan (*swelling*). Ketika terjadi pembengkakan, cairan atau larutan akan berdifusi ke dalam polimer dan berada diantara molekul polimer. Karena adanya molekul air diantara molekul polimer, maka molekul makro penyusun polimer akan terpisah sehingga polimer akan mengembang atau membengkak (Hadi, 2018).

#### 2.4.2 Putusnya Ikatan Rantai Molekul

Mekanisme terjadinya deformasi permanen pada bahan polimer meliputi peregangan, penyelipan, dan pemutusan rantai penyusunnya. Peregangan pada elastik merupakan proses reversibel yang terjadi ketika diberikan gaya pada rantai, molekul tunggal polimer akan mengalami peruraian, pelurusan, dan pemanjangan. Penyelipan rantai terjadi ketika gaya yang diberikan diteruskan pada sepanjang *elastomeric chain*. Hal ini akan menyebabkan molekul polimer bergesekan satu sama lain, kemudian menyebabkan deformasi permanen. Penyelipan rantai pasti akan terjadi pada *elastomeric chain* yang teraktivasi yang kemudian mengalami penurunan gaya regang dan ketika diberi gaya yang terus menerus (Brantley, 2001).

### 2.5 Faktor yang Memengaruhi Penurunan Gaya Regang

Faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya penurunan gaya regang *elastomeric chain*, salah satunya sifat *elastomeric chain* yang hidrofilik atau dapat menyerap air. Sifat hidrofilik merupakan salah satu faktor terbesar yang memengaruhi penurunan gaya regang *elastomeric chain* (Proffit, dkk., 2018).

Menyerap air dari konsumsi minuman dan air liur di mulut, dapat mengubah bentuk secara permanen dan menghancurkan rantai. Elastik juga dapat mengembang dan kotor karena adanya cairan dan bakteri air liur yang mengisi ruang kosong dari matriks karet (Yanez, 2019).

Penyerapan air pada *elastomeric chain* merupakan salah satu faktor terbesar yang dapat memengaruhi elastisitas elastomer. Hal ini dikarenakan ion hidrogen pada air akan masuk ke dalam molekul polimer karena adanya muatan negatif dari atom oksigen dalam polimer. Ketika ion hidrogen dan oksigen berikatan maka akan menyebabkan elastomer mengembang. Air yang ada di dalam polimer menyebabkan jarak antar molekul polimer menjadi lebih jauh sehingga gaya yang dihasilkan akan semakin menurun (Brantley, 2001).

Selain itu faktor yang ada dalam rongga mulut seperti tekanan pengunyahan, pergerakan gigi, variasi pH, enzim dalam saliva, dan suhu rongga mulut memiliki pengaruh dalam tingkat penurunan kekuatan rantai. Gaya regang *elastomeric chain* juga dipengaruhi beberapa faktor lain yang merupakan faktor di luar rongga mulut, yaitu jenis rantai, lama pemakaian, banyaknya gigi yang diaplikasikan, penambahan warna ketika proses produksi, peregangan sebelum pengaplikasian, paparan cahaya, udara, ozon, oksidan, dan zat kimia (Braga, 2019).

## 2.6 Saliva Buatan

Saliva merupakan salah satu cairan tubuh yang berada dan diproduksi di rongga mulut. Saliva merupakan cairan hasil sekresi campuran yang disekresikan oleh kelenjar ludah. Kelenjar ludah terdiri atas kelenjar ludah mayor dan minor dan memiliki dua jenis karakteristik hasil sekresi yaitu serous dan mucous. Kelenjar ludah mayor terdiri atas kelenjar parotis, submandibula, dan sublingual. Sedangkan kelenjar ludah minor antara lain terdiri atas kelenjar pada palatum lunak, permukaan dalam bibir, dan pipi. Saliva buatan mengandung komponen yang sama dengan saliva asli, tetapi tidak mengandung enzim. Saliva buatan dapat dibuat dengan beberapa macam metode, salah satunya Metode Fusayama yang

mencampurkan NaCl (400mg/L), KCl (400mg/L), CaCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O (795mg/L), NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O (90mg/L), KSCN (300mg/L), Na<sub>2</sub>S.9H<sub>2</sub>O (5mg/L), dan urea (1000mg/L) (Renita, dkk., 2016).

## 2.7 Alat Uji

### 2.7.1 *Orthodontic Force Gauge (Dontrix Gauge)*

Alat uji yang digunakan untuk mengukur gaya regang *elastomeric chain* pada penelitian ini adalah *orthodontic force gauge*. *Orthodontic force gauge* adalah instrumen yang dirancang untuk mengukur besarnya gaya dalam aplikasi klinis perawatan ortodonti. Alat ini terbuat dari *stainless steel* dan dapat disterilkan dengan *autoclave* maupun dengan metode *dry heat*. *Dontrix gauge* ini dapat digunakan untuk mengukur gaya dari 1-16 ons atau 28-450 gram. Satuan hasil pengukuran dalam alat ini dapat berupa ons dan gram (Nanda, 2012).



Gambar 2.4 *Orthodontics force gauge*

### 2.7.2 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Uji untuk mengetahui ikatan kimia dalam *elastomeric chain* dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared/ FTIR*. FTIR adalah salah satu alat yang dapat digunakan untuk menganalisis sampel dalam bentuk cairan, larutan, pasta, bubuk, film, serat, dan gas untuk menentukan gugus fungsi suatu senyawa organik dari struktur penyusunnya dengan cukup akurat (Nasution, 2013).

Alat FTIR yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan merk dagang Nicolet iS 10 FT-IR *Spectrometer*. Alat ini dapat mengirimkan data yang

akurat dan bisa digunakan untuk menganalisis material dengan power supply 100-240 V 50/60 Hz dan menggunakan pemecah cahaya yang sesuai standar yaitu KBr/Ge mid-inframerah. Alat ini terdiri dari komponen *mid-infrared Ever-Glo* dan Tungsten atau Halogen. Nicolet iS 10 FT-IR *Spectrometer* memiliki kemampuan menembakkan sinar infra merah hingga kedalaman 550 mm (Pambudi, 2017)

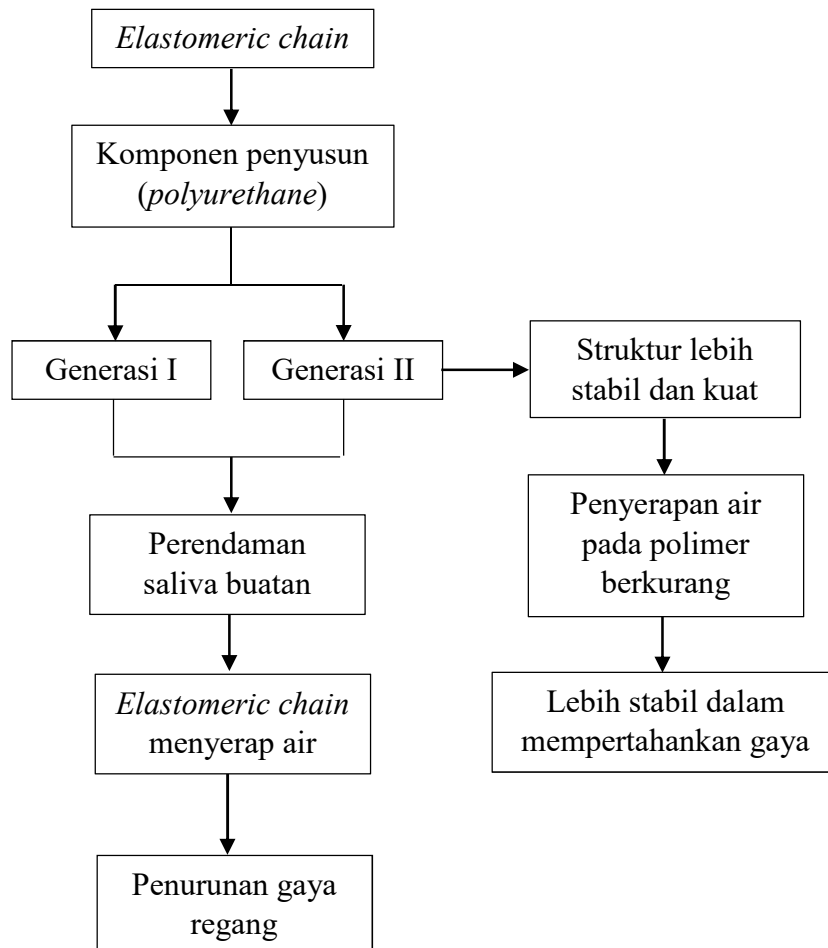
Informasi struktur suatu senyawa organik dianalisa FTIR dengan membandingkan daerah sidik jarinya. Spektrum yang dihasilkan berupa grafik yang menunjukkan persentase transmittan yang bervariasi pada setiap frekuensi radiasi inframerah. Satuan frekuensi yang digunakan pada garis horizontal dinyatakan dalam *wavenumber*, yang didefinisikan sebagai banyaknya gelombang dalam tiap satuan panjang (Tucureanu, 2016).



Gambar 2.5 (a) *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)



## 2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Kerangka konsep

## 2.9 Penjelasan Kerangka Konsep

*Elastomeric chain* berbahan dasar poliuretan dan dalam pembaruannya terdapat Generasi I dan Generasi II dengan pembeda berupa kestabilan struktur. Struktur penyusun *elastomeric chain* Generasi II yang lebih stabil dan kuat membuat penyerapan air yang mendukung penurunan gaya regang pada polimer berkurang sehingga *elastomeric chain* lebih sukar mengalami deformasi elastis. Suatu benda yang sukar mengalami deformasi elastis akan lebih sukar juga untuk terjadi penurunan gaya regang sehingga akan lebih stabil dalam mempertahankan gaya.

## 2.10 Hipotesis

Berdasar tinjauan pustaka yang telah diuraikan maka dirumuskan hipotesis bahwa *elastomeric chain* Generasi II lebih stabil dalam mempertahankan gaya dibandingkan dengan *elastomeric chain* Generasi I

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan model penelitian *Post Test Only Group Design*, dengan menggunakan analisis sesudah perlakuan.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di:

1. Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember untuk perendaman dan pengukuran gaya pada sampel
2. Laboratorium Karakterisasi Material Teknik Material dan Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh Nopember untuk identifikasi struktur penyusun sampel

#### 3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2019.

### 3.3 Sampel Penelitian

#### 3.3.1 Bentuk dan Ukuran Sampel

Sampel penelitian adalah *elastomeric chain* (Ormco, USA) Generasi I dan Generasi II tipe *closed chain (grey)* dental dengan ukuran tiap sampel berdiameter 3,5 mm sepanjang 5 lumen.

### 3.3.2 Pengelompokan Sampel Penelitian

Sampel penelitian terdiri dari 2 kelompok perlakuan, yaitu:

1. Kelompok 1 (Perlakuan 1): *elastomeric chain* Generasi I yang direndam dalam saliva buatan. Pada kelompok perlakuan 1, sampel dibentuk 5 subkelompok berdasarkan lamanya waktu pengukuran gaya yaitu 1, 7, 14, 21, dan 28 hari.
2. Kelompok 2 (Perlakuan 2): *elastomeric chain* Generasi II yang direndam dalam saliva buatan. Pada kelompok perlakuan 1, sampel dibentuk 5 subkelompok berdasarkan lamanya waktu pengukuran gaya yaitu 1, 7, 14, 21, dan 28 hari.

### 3.3.3 Besar Sampel Penelitian

Rumus yang digunakan pada penentuan besar sampel minimal pada penelitian ditentukan dengan rumus (Daniel, 2005):

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{\alpha^2}$$

Keterangan:

$n$  = jumlah kelompok perlakuan

$Z$  = nilai  $Z$  pada kesalahan tertentu ( $\alpha$ ); jika  $\alpha=0,05$  maka nilai  $Z$  adalah

$Z=1,96$  (2-tailed) dan  $Z=1,64$  (1-tailed)

$\sigma$  = standar deviasi (SD) penelitian sejenis

$\alpha$  = kesalahan yang masih ditoleransi

Pada rumus besar sampel minimum nilai  $\sigma$  diasumsikan sama dengan  $\alpha$  ( $\sigma = \alpha$ ) karena nilai  $\alpha^2$  sangat jarang diketahui sehingga sering dianggap sebagai dugaan untuk mendapatkan nilai  $\alpha^2$  (Steel, 1995). Sehingga dari rumus tersebut diperoleh penghitungan:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{\alpha^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \sigma^2}{\alpha^2}$$

$$n = (1,96)^2$$

$$n = 3,84 \approx 4$$

Berdasarkan rumus di atas maka jumlah sampel pada masing-masing subkelompok (kelompok berdasar hari) adalah sebanyak 4 sampel. Sehingga setiap kelompok perlakuan memiliki 20 sampel dan total sampel adalah 40 sampel.

### 3.4 Variabel Penelitian

#### 3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II yang direndam dalam saliva buatan serta waktu perendaman selama 1, 7, 14, 21, dan 28 hari.

#### 3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah penurunan gaya regang *elastomeric chain*.

#### 3.4.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dalam penelitian ini antara lain:

- a. Saliva buatan dengan pH 7
- b. Peregangan *elastomeric chain*
- c. Suhu inkubator 37<sup>0</sup>C
- d. Merek *elastomeric chain* (*Ormco*<sup>®</sup>)
- e. Tipe *elastomeric chain* (*close*)
- f. Warna *elastomeric chain* (*grey*)

### 3.5 Definisi Operasional

#### 3.5.1 *Elastomeric chain*

*Elastomeric chain* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *elastomeric chain* merek Ormco<sup>®</sup> Generasi I dan Generasi II tipe *closed chain* dengan jenis warna *grey* sepanjang 5 lumen (2.4 cm) untuk 1 sampel.

#### 3.5.2 Waktu Peregangan dan Perendaman

*Elastomeric chain* diregangkan dan direndam selama 1, 7, 14, 21, dan 28 hari dalam saliva buatan dengan pH 7 dan diinkubasi pada suhu 37°C sebagai representasi pH dan suhu mulut.

#### 3.5.3 Penurunan Gaya Regang (*Force Decay*)

Besar penurunan gaya regang pada *elastomeric chain* diukur dengan menghitung selisih antara *initial force* dengan gaya yang diukur pada masing-masing lama waktu perendaman yang telah ditentukan yaitu 1, 7, 14, 21, dan 28 hari dalam bentuk persen.

#### 3.5.4 Identifikasi Struktur Penyusun

Identifikasi struktur penyusun *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II dilakukan dengan alat FTIR yang akan menembakkan sinar inframerah pada masing-masing sampel dan hasil ujinya berupa spektrum dengan *wavenumber* yang menunjukkan jenis gugus fungsi tertentu.

### 3.6 Alat dan Bahan

#### 3.6.1 Alat Penelitian

1. Papan akrilik berukuran 40mm x 60mm x 3mm
2. Pin pengait

3. *Orthodontic force gauge*
4. Inkubator
5. Pinset
6. Sonde
7. Gunting
8. *Beaker glass*
9. Spidol
10. Spektrofotometer FTIR/ *Fourier Transform Infrared*

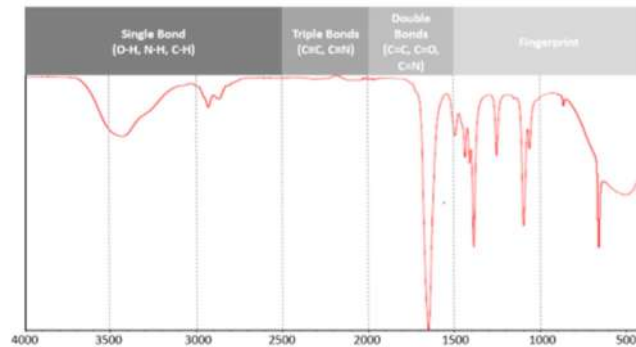
### 3.6.2 Bahan Penelitian

1. *Elastomeric chain* merek Ormco<sup>®</sup> Generasi I dan Generasi II tipe *closed chain* warna grey
2. Saliva buatan dengan pH 7

## 3.7 Prosedur Penelitian

### 3.7.1 Uji Struktur Penyusun *Elastomeric Chain*

Pengujian struktur penyusun *elastomeric chain* dilakukan dengan alat uji FTIR dengan merk dagang Nicolet iS 10 FT-IR *Spectrometer*. *Elastomeric chain* sepanjang 5 lumen dari masing-masing kelompok diletakkan dibawah holder dari FTIR yang akan memancarkan sinar inframerah. Kemudian pada komputer yang tersambung dengan perangkat FTIR akan dihasilkan data berupa spektrum inframerah dari sampel. Spektrum akan menunjukkan *wavenumber* atau bilangan gelombang tertentu yang menunjukkan gugus fungsi penyusun sampel. Bilangan gelombang 2500-4000  $\text{cm}^{-1}$  merupakan regio gugus fungsi dengan ikatan tunggal, Bilangan gelombang 2000-2500  $\text{cm}^{-1}$  merupakan regio gugus fungsi dengan ikatan rangkap tiga, Bilangan gelombang 1500-2000  $\text{cm}^{-1}$  merupakan regio gugus fungsi dengan ikatan rangkap dua, dan Bilangan gelombang 600-1500  $\text{cm}^{-1}$  merupakan regio *fingerprint* (Nandiyanto, 2019).



Gambar 3.1 Regio gugus fungsi berdasarkan bilangan gelombang pada spektrum inframerah (Nandiyanto, 2019)

Setelah mengidentifikasi jenis ikatan, dilakukan analisa gugus fungsi dengan membaca tabel panduan pembacaan FTIR yang berisi jenis-jenis gugus fungsi yang disertai bilangan gelombang berbagai macam gugus fungsi.

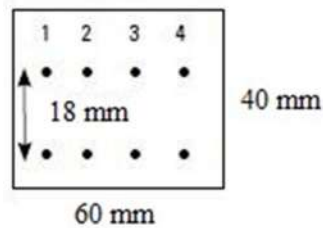
### 3.7.2 Penentuan Panjang Peregangan *Elastomeric Chain*

Sampel sepanjang 5 lumen ditentukan dari banyak lumen pada retraksi caninus yang banyak digunakan dalam prosedur klinis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Talwar (2018) dan Kanuru (2014) gaya optimal dalam retraksi caninus dengan titik retraksi pada caninus dan molar adalah 200 gram. Penentuan panjang peregangan *elastomeric chain* dilakukan dengan menarik *elastomeric chain* menggunakan *force gauge* hingga mencapai gaya 200 gram. Ketika mencapai gaya 200 gram kemudian *elastomeric chain* diukur panjangnya dan hasil yang didapatkan menjadi panjang yang digunakan dalam peregangan di papan akrilik dan menjadi patokan panjang penarikan *force gauge* ketika pengukuran gaya pada hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28. Berdasar hasil *trial* panjang *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II ketika diregangkan dengan gaya 200 gram didapatkan hasil sebesar 18 mm.



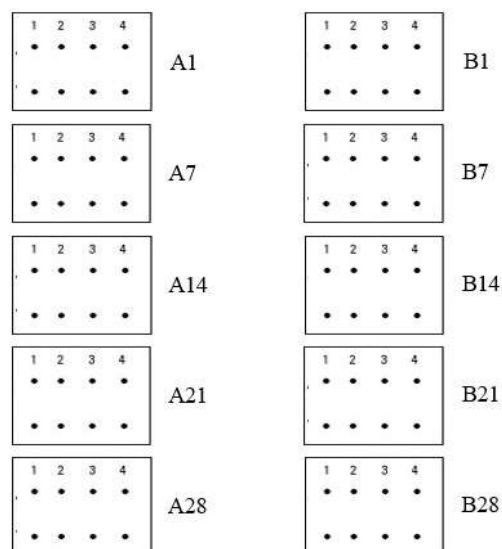
### 3.7.3 Pengelompokan dan Perlakuan Sampel

1. Menyiapkan 10 buah papan akrilik yang telah diberi 4 pasang pin *stainless steel* dengan jarak antar pin sebesar jarak yang didapatkan pada saat pengukuran panjang *elastomeric chain* ketika diberi gaya 200 gram, yaitu 18 mm.



Gambar 3.2 Ilustrasi 1 papan akrilik

2. Masing-masing papan akrilik diberi label sebagai berikut:
  - a) Lima papan akrilik akan dipakai meregangkan kelompok *elastomeric chain* Generasi I dan diberi label A1, A7, A14, A21, dan A28 yang merupakan subkelompok sesuai waktu pengukuran yang telah ditentukan.
  - b) Lima papan akrilik akan dipakai meregangkan kelompok *elastomeric chain* Generasi II dan diberi label B1, B7, B14, B21, dan B28 yang merupakan subkelompok sesuai waktu pengukuran yang telah ditentukan.



Gambar 3.3 Ilustrasi 10 papan akrilik

3. Satu rol *elastomeric chain* Generasi I dan Generasi II masing-masing dipotong menjadi 20 potong untuk menjadi sampel dengan panjang masing-masing sampel sepanjang 5 lumen.
4. Kemudian semua sampel *elastomeric chain* kedua kelompok diregangkan pada papan akrilik. Kelompok *elastomeric chain* Generasi I diregangkan pada papan akrilik dengan label A dan kelompok *elastomeric chain* Generasi II diregangkan pada papan akrilik dengan label B.
5. 10 papan akrilik yang meregangkan total 40 sampel kemudian dimasukkan pada *beaker glass*.
6. *Beaker glass* diisi saliva buatan sampai cukup merendam papan akrilik.
7. Wadah perendaman yang berisi papan akrilik dan *elastomeric chain* kemudian disimpan pada inkubator untuk menyesuaikan suhu.

#### 3.7.4 Pengukuran Penurunan Gaya Regang

Pada hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28 terhitung dari 0 jam pertama, dilakukan pengukuran penurunan gaya regang menggunakan *force gauge*. Ketika dilakukan pengukuran gaya yang dihasilkan, salah satu ujung *elastomeric chain* dikaitkan ke paku dan ujung lainnya dikaitkan pada *force gauge*. Ketika ditarik dengan *force gauge* untuk mengetahui besar gaya, *elastomeric chain* diregangkan sejauh jarak yang didapatkan ketika *elastomeric chain* pertama kali diberikan gaya sebesar 200 gram yaitu 18 mm. Gaya yang dihasilkan pada *force gauge* menunjukkan gaya n yang menunjukkan besar gaya pada waktu perendaman yang telah ditentukan. Pada hari ke-1, dilakukan pengukuran pada kelompok A1 dan B1. Pada hari ke-7 dilakukan pengukuran pada kelompok A7 dan B7. Pada hari ke-14 dilakukan pengukuran pada kelompok A14 dan B14. Pada hari ke-21 dilakukan pengukuran pada kelompok A21 dan B21. Pada hari ke-28 dilakukan pengukuran pada kelompok A28 dan B28.

Besar penurunan gaya regang (*force decay*) dihitung dalam bentuk presentase dengan rumus (Sulaiman, 2014):

$$\text{Presentase } force \text{ decay} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

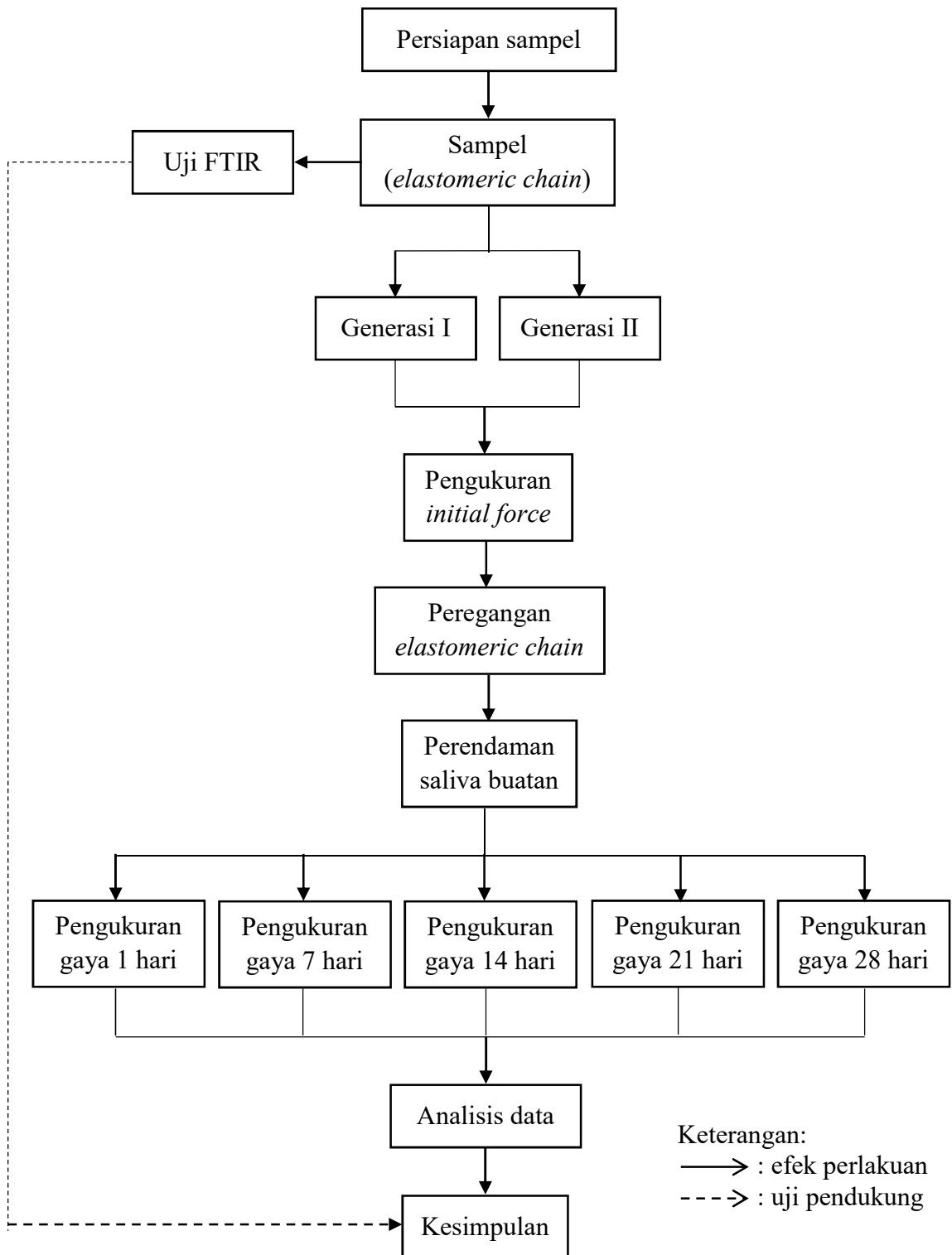
A = *initial force* (200 gram)

B = besar gaya tiap waktu pengukuran (hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28)

### 3.8 Analisis Data

Data hasil penelitian dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk*. Kemudian dilakukan uji homogenitas data menggunakan *Levene-test*. Apabila data yang diperoleh berdistribusi normal dan homogen maka dilanjutkan uji parametrik *One-Way ANOVA*. Jika tidak memenuhi persyaratan tersebut maka digunakan analisis statistik non-parametrik *Kruskal-Wallis test*. Kemudian dilakukan uji lanjutan yaitu uji *Mann-Whitney*.

### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.4 Alur penelitian

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Elastomeric chain* Generasi I mengalami penurunan gaya regang yang signifikan antara hari ke-7 dan 14
2. *Elastomeric chain* Generasi II mengalami penurunan gaya regang yang signifikan antara hari ke-1 dan 7 serta hari ke-14 dan 21
3. Selama rentang waktu penelitian, *elastomeric chain* Generasi II lebih stabil dalam mempertahankan gaya regang dibandingkan dengan *elastomeric chain* Generasi I

### 5.2 Saran

Saran dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian penurunan gaya regang di atas 28 hari atau hingga penurunan gaya regang mencapai 50-80%
2. Perlu penelitian lebih lanjut dengan memberi variabel berupa suhu, pH, dan faktor yang terdapat dalam rongga mulut lainnya

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bhalajhi, S.I. 2015. *Orthodontics: The Art and Science*. 6<sup>th</sup> ed. New Delhi: Arya
- Bigoni, D. 2012. *Nonlinear Solid Mechanics: Bifurcation Theory and Material Instability*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press
- Braga, E., G. Souza, P. Barretto, C. Ferraz, dan M. Pithon. 2019. Experimental Evaluation of Strength Degradation of Orthodontic Chain Elastics Immersed in Hot Beverages. *Journal of Indian Orthodontic Society*, 53(4): 244–248.
- Brantley, W.A. dan Eliades, T. 2001. *Ortodontics Materials: Scientific and Clinical Aspects*. New York: Thieme.
- Callister, WD dan DG Rethwisch. 2018. *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 10<sup>th</sup> Ed. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Casaus, DM. 2009. *DSC, FTIR and SEM Characterization of As-Received Colored Elastomeric Chains*. Columbus: The Ohio State University.
- Da Silva, DL., dkk. 2009. Force Degradation In Orthodontic Elastics Chains. *Rev Odontocienc*, 24(3): 274-278.
- Doyan, A., M. Taufik, dan R. Anjani. 2018. Pengaruh Pendekatan Multi Representasi Terhadap Hasil Belajar Fisika Ditinjau dari Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*, 4(1): 38-39
- Hadi, Syamsul. 2018. *Teknologi Bahan Lanjut*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Halimi, A., H. Benyahia, A. Doukkali, M.F. Azeroual, dan F. Zaoui. 2012. A Systematic Review of Force Decay in Orthodontic Elastomeric Power Chains. *International Orthodontics*, 10(3): 223-240

- Kanuru, R.K., M. Azaneen, V. Narayana, B. Kolasani, R.R. Indukuri, dan F.P. Babu. 2014. Comparison of Canine Retraction By In Vivo Method Using Four Brands of Elastomeric Power Chain. *J Int Soc Prevent Communit Dent*, 4(4): 32-37
- Mahajan, V., A. Singla, A. Negi, H.S. Jaj, dan V. Bhandari. 2015. Dynamic Force Delivery and Damping Behavior of Different Brands of Elastomeric Chains Using Dynamic Mechanical Analysis. *J Indian Orthod Soc*; 49(2):71-8.
- Maulana, A. 2018. Analisis Perbandingan Kinerja Keuangan Perbankan Syariah di ASEAN melalui Pendekatan Islamicity Performance Index. *Skripsi*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta
- Mirhasemi, A.H., N. Farahmand, dan E.S. Borujeni. 2016. Application of Elastomeric Chains in Orthodontics: Past, Present, and Future. *Iranian Journal of Orthodontics*, 11(2): e5463.
- Mitchell, L. 2013. *An Introduction to Orthodontics*. 4<sup>th</sup> ed. New York Oxford University Press.
- Nanda, R. 2012. *Esthetics and Biomechanics in Orthodontics*. Elsevier Health Science: 478
- Nasution, Z.A. dan S.M. Rambe. 2013. Karakterisasi dan Identifikasi Gugus Fungsi dari Karbon Cangkang Kelapa Sawit dengan Metode Methano-Pyrolysis. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 24(2): 108-113
- O'Brien, W.J. 2009. *Dental Material and Their Selections*. 4<sup>th</sup> ed. Chicago: Quintessence Pub Co
- Ormco. 2017. *Product Catalog 2017*. Halaman 139. California.
- Ormco. 2003. *Product Catalog*. Halaman 150. California

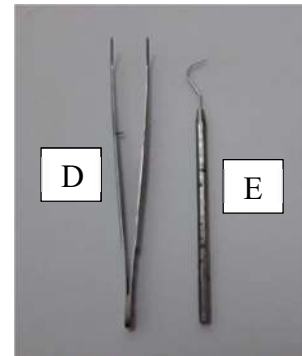
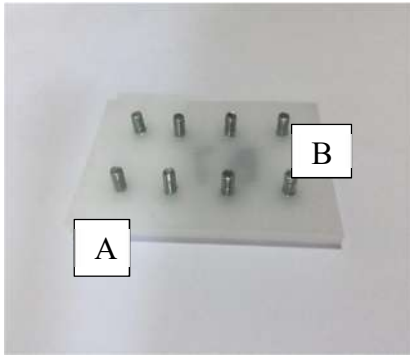
- Pambudi, A., M. Farid, dan H. Nurdiansah. 2017. Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2): F-442
- Prastiti, V.P. 2018. Perbandingan Kekuatan Elastomeric Chains Bahan Thermoplastic dan Thermoset. *Tesis*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Gigi
- Proffit, W.R., H.W. Fields, dan D.M. Sarver. 2018. *Contemporary Orthodontics*. 6<sup>th</sup> Edition. Canada: Elsevier
- Quenzer, J.P., A.S. Lucato, S.A. Vedovello, dan H.C. Valdrighi. 2015. Influence of Elastic Chain In The Degradation of Orthodontic Forces - In Vitro Study. *Rev Odontol UNESP*, 44(6): 320-325
- Renita, D., S. Rajendran, dan A. Chattree. 2016. Influence of Artificial Saliva on the Corrosion Behavior of Dental Alloys: A review. *Indian Journal of Advances in Chemical Science*, 4(4): 478-483
- Rosita, G. 2016. Perubahan Karakteristik Pembentukan Poliuretan Berbasis HTPB dan TDI berdasarkan Komposisi Reaksi (Changes In The Formation Characteristics Of Polyurethane Based On HTPB and TDI Reaction Composition). *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 14(2):159-170
- Sonip, A., E. Aprilina, L.A.B. Sagala, M. Risanti, M Kurniati, dan Irzaman. 2015. Analisis Ikatan Molekul Protein (Gugus Fungsi C-N) pada Miselium Jamur Tiram dengan Metode Fourier Transform Infra-Red (FTIR). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015*, 4: 2339 1467
- Sugiman, A.D., I.K.P. Putra, M.H. Gozali, dan P.D. Setyawan. 2013. Experimental and Numerical Investigation of The Static Response of Environmentally Aged Adhesively Bonded Joints. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 40:224-237
- Sulaiman, TH., Y.K. Eriwati, dan D.J. Indrani. 2014. *Pengaruh Suhu terhadap Penurunan Gaya Regang Power Chain Ortodontik dalam Larutan Saliva Buatan*. Depok: Departemen Dental Material, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia.



- Syaukani, A. 2011. Pengaruh Jarak dan Lama Peregangan terhadap Besar Gaya dari Berbagai Macam Produk Rantai Elastomerik. *Tesis*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia.
- Talwar, A. 2018. *Comparative evaluation of Nickel-Titanium Closed Coil Spring and Elastomeric Chain for Canine Retraction*. New Delhi: Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics
- Trovati, G., E.A. Sanches, S.C. Neto, Y.P. Mascarenhas, dan G.O. Chierice. 2010. Characterization of Polyurethane Resins by FTIR, TGA, and XRD. *Journal of Applied Polymer Science*, 115: 263-268
- Tucureanu, V., A Matei, dan A.M. Avram. 2016. FTIR Spectroscopy for Carbon Family Study. *Crit Rev Anal Chem*, 46(6):502–520.
- Wang, Z., H. Qiang, G. Wang, dan Q. Huang. 2015. Tensile Mechanical Properties and Constitutive Model for HTPB Propellant Low Temperature and High Strain rate. *Journal of Applied Polymer Science*, 132(24)
- Weissheimer, A., A. Locks, dan L.M. Menezes. 2013. In Vitro Evaluation of Force Degradation of Elastomeric Chain Used in Orthodontics. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 18(1): 59
- Wibowo, HB., 2015. Pengaruh Gugus Hidroksil Sekunder Terhadap Sifat Mekanik Poliuretan Berbasis HTPB (Hidroksyl Terminated Polybutadiene). *Jurnal Teknologi Dirgantara*: 13(2): 103-112
- Winarno. 2017. Analisa Kekuatan Tarik Sampel Plastik Daur Ulang Jenis High Density Polyethylene (HDPE) dan Low Density Polyethylene (LDPE). *Skripsi*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo
- Yanez, EER. 2019. *1001 Tips for Orthodontics and Its Secrets*. 2<sup>nd</sup> ed. AMOLCA

## LAMPIRAN

## A Alat Penelitian

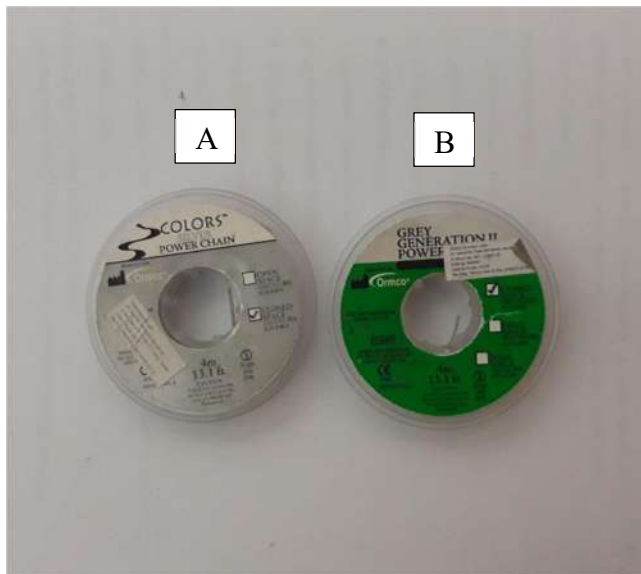


## Keterangan:

- a. Papan akrilik
- b. Pin pengait
- c. *Force gauge*
- d. Pinset
- e. Sonde

- f. Gunting
- g. Spidol
- h. *Beaker glass* 500ml
- i. FTIR
- j. Inkubator

**B. Bahan Penelitian**

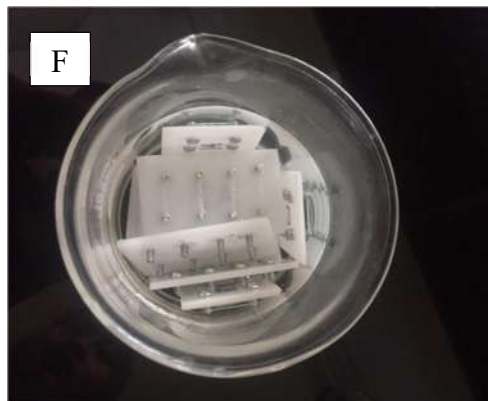
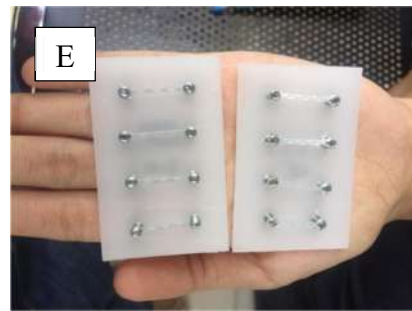
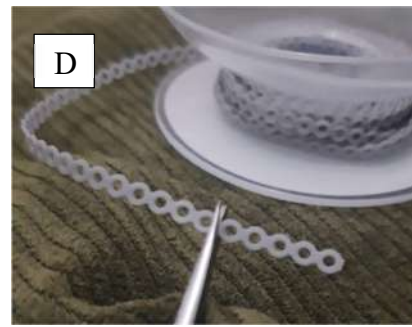
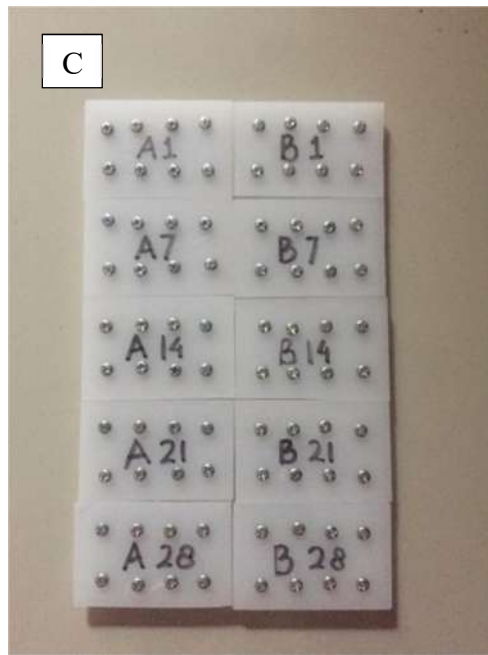


Keterangan:

- a. *Elastomeric chain* Generasi I
- b. *Elastomeric chain* Generasi II
- c. Saliva buatan

**C. Pelaksanaan Penelitian**



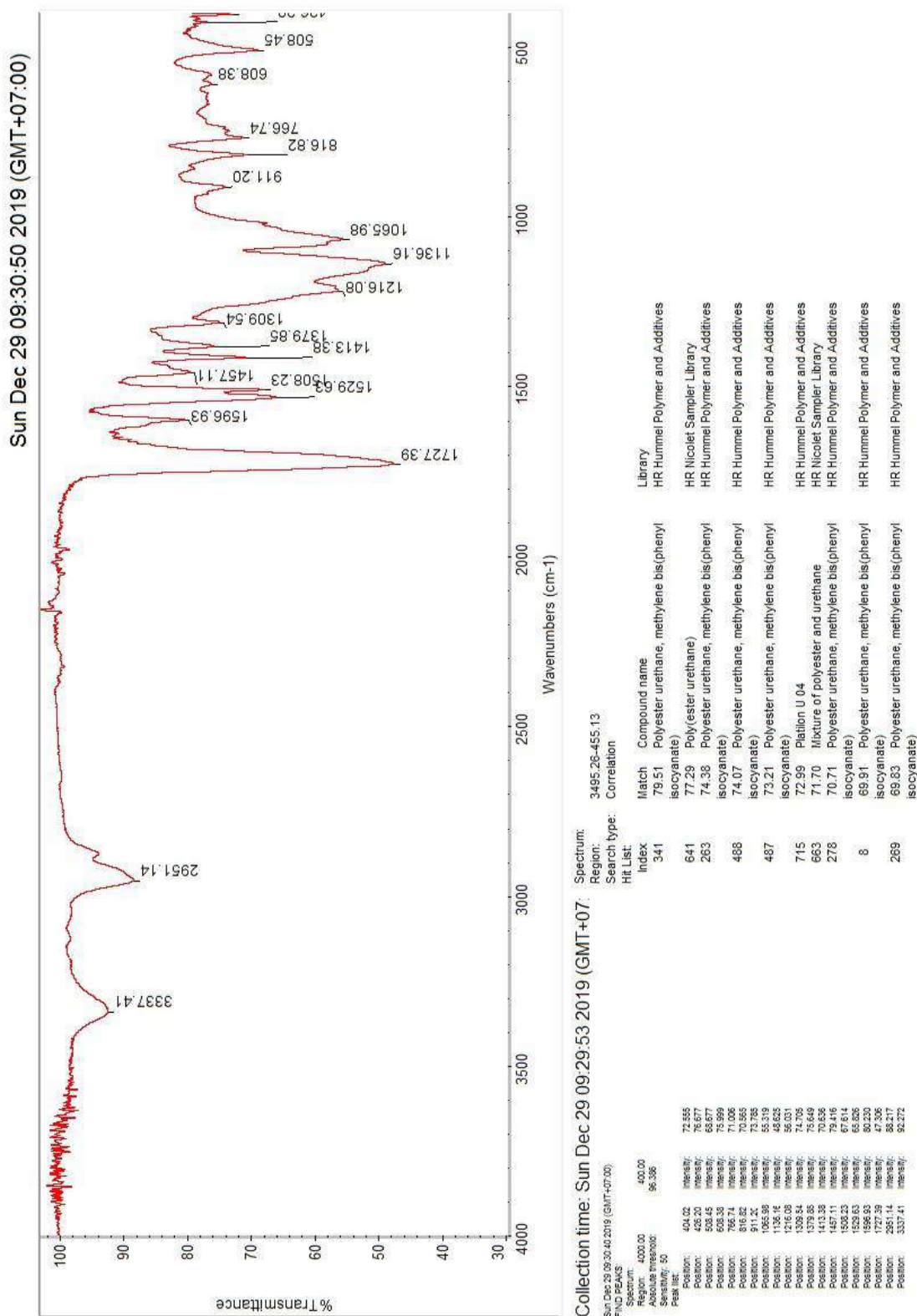


Keterangan:

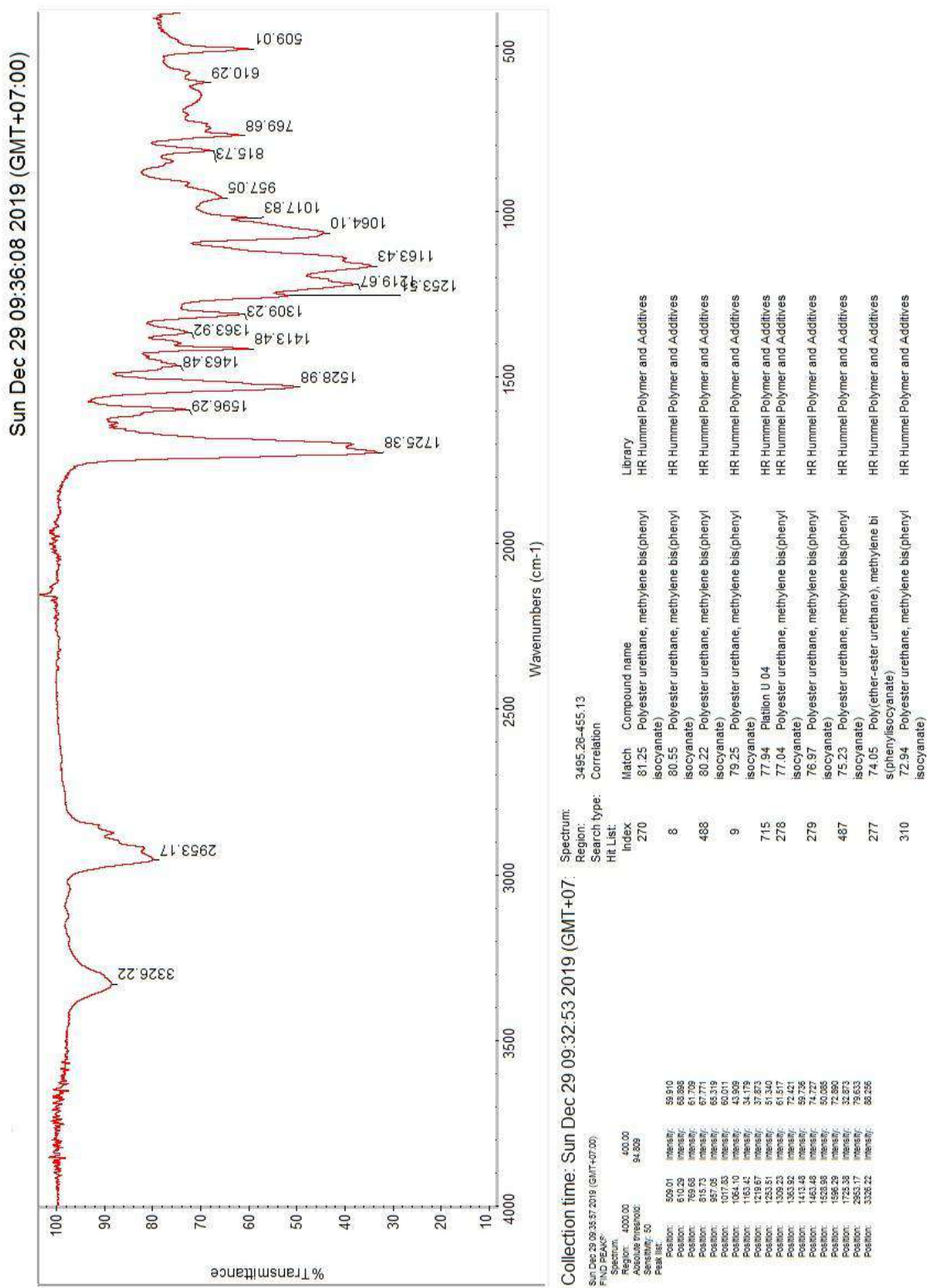
- Uji struktur penyusun menggunakan FTIR
- Pengukuran panjang peregangan
- Pelabelan 10 papan akrilik sesuai kelompok generasi dan hari
- Pemotongan 40 sampel *elastomeric chain* & besar 1 sampel
- Peregangan pada masing-masing kelompok hari
- Perendaman pada saliva buatan
- Pengukuran gaya
- Pembacaan besar gaya pada *force gauge*

D. Hasil Uji FTIR

1. Spektrum Generasi I



2. Spektrum Generasi II



## E. Hasil Uji Statistik

### 1. Uji Normalitas

Tests of Normality

kelompok	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Force Decay	G1hr1	.250	4	.944	4	.677
	G1hr7	.302	4	.827	4	.161
	G1hr14	.307	4	.729	4	.024
	G1hr21	.283	4	.863	4	.272
	G1hr28	.307	4	.729	4	.024
	G2hr1	.304	4	.811	4	.123
	G2hr7	.283	4	.863	4	.272
	G2hr14	.151	4	.993	4	.972
	G2hr21	.307	4	.729	4	.024
	G2hr28	.283	4	.863	4	.272

a. Lilliefors Significance Correction

### 2. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Force Decay Based on Mean	3.569	9	30	.004
Based on Median	2.724	9	30	.019
Based on Median and with adjusted df	2.724	9	9.609	.070
Based on trimmed mean	3.555	9	30	.004

### 3. Uji Non-Parametrik *Kruskal-Wallis*

Ranks

kelompok	N	Mean Rank	
Force Decay	G1hr1	4	12.63
	G1hr7	4	18.63
	G1hr14	4	31.50
	G1hr21	4	35.75
	G1hr28	4	36.25
	G2hr1	4	3.00
	G2hr7	4	8.25
	G2hr14	4	12.50
	G2hr21	4	23.00
	G2hr28	4	23.50
	Total	40	

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	Force Decay
Chi-Square	35.474
df	9
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok

4. Uji *Mann-Whitney* antar generasi pada hari yang sama

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	G1hr1	4	6.00	24.00
	G2hr1	4	3.00	12.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	12.000
Z	-1.742
Asymp. Sig. (2-tailed)	.081
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.114 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	G1hr7	4	6.38	25.50
	G2hr7	4	2.63	10.50
	Total	8		



**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	.500
Wilcoxon W	10.500
Z	-2.205
Asymp. Sig. (2-tailed)	.027
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	G1hr14	4	6.50	26.00
	G2hr14	4	2.50	10.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.337
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	G1hr21	4	6.50	26.00
	G2hr21	4	2.50	10.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.352
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	kelompok	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	G1hr28	4	6.50	26.00
	G2hr28	4	2.50	10.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.352
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: kelompok

5. Uji *Mann-Whitney* Generasi I antar hari

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	1	4	3.50	14.00
	7	4	5.50	22.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	4.000
Wilcoxon W	14.000
Z	-1.176
Asymp. Sig. (2-tailed)	.240
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.343 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

**NPar Tests  
Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	7	4	2.50	10.00
	14	4	6.50	26.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.352
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

**NPar Tests  
Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	14	4	3.00	12.00
	21	4	6.00	24.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	12.000
Z	-1.858
Asymp. Sig. (2-tailed)	.063
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.114 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	21	4	4.25	17.00
	28	4	4.75	19.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	7.000
Wilcoxon W	17.000
Z	-.316
Asymp. Sig. (2-tailed)	.752
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.886 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

5. Uji *Mann-Whitney* Generasi II antar hari

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	1	4	2.50	10.00
	7	4	6.50	26.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.337
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	7	4	3.00	12.00
	14	4	6.00	24.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	2.000
Wilcoxon W	12.000
Z	-1.764
Asymp. Sig. (2-tailed)	.078
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.114 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

**NPar Tests**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	14	4	2.50	10.00
	21	4	6.50	26.00
	Total	8		

**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	10.000
Z	-2.337
Asymp. Sig. (2-tailed)	.019
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

**NPar Tests****Mann-Whitney Test****Ranks**

	HARI	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Force Decay	21	4	4.25	17.00
	28	4	4.75	19.00
	Total	8		



**Test Statistics<sup>b</sup>**

	Force Decay
Mann-Whitney U	7.000
Wilcoxon W	17.000
Z	-.316
Asymp. Sig. (2-tailed)	.752
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.886 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: HARI

## F. Surat Ijin Penelitian

	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121 Telepon (0331) 333536, 331743 Fasimili. (0331) 331991 Laman: <a href="http://fk.g.unej.ac.id">fk.g.unej.ac.id</a></p>
<p>Nomor : 7239 /UN25.8.TL/2019 Perihal : Izin Penelitian</p>	<p>29 NOV 2019</p>
<p>Kepada Yth Kepala Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember Di Jember</p>	
<p>Dalam rangka pengumpulan data penelitian guna penyusunan skripsi maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan izin penelitian bagi mahasiswa kami dibawah ini:</p>	
<p>1 Nama 2 NIM 3 Semester/Tahun 4 Fakultas 5 Alamat 6 Judul Penelitian 7 Lokasi Penelitian 8 Data/alat yg dipinjam 9 Waktu 10 Tujuan Penelitian 11 Dosen Pembimbing</p>	<p>: Anindita Permata Hardarini Putri : 161610101076 : VII/2019/2020 : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember : Perum. Taman Gading CC.23, Jember : Perbandingan Penurunan Daya Regang (<i>force decay</i>) <i>Elastomeric Chain</i> Generasi I dan Generasi II pada Perendaman Saliva Buatan : Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Farmasi Universitas Jember : Inkubator : Desember 2019 s/d Selesai : Untuk mengetahui perbandingan struktur penyusun dan penurunan daya regang <i>elastomeric chain</i> Generasi I dan Generasi II pada perendaman saliva buatan : 1. drg. Leliana Sandra Devi Ade Putri, Sp. Ort 2. drg. Lusi Hidayati, M.Kes</p>
<p>Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih.</p>	
 <p><b>Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp. OF (K)</b> NIP. 196811251999032001</p>	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
Jl. Kalimantan No. 37, Kampus Tegol Boto Kotak Pos 159 Jember 68121  
Telepon (0331) 333536, 331743 Fasimili. (0331) 331991  
Laman: [fk.unej.ac.id](http://fk.unej.ac.id)

Nomor : 7239 /UN25.8.TL/2019  
Perihal : Izin Penelitian

29 NOV 2019

Kepada Yth  
Kepala Laboratorium Karakterisasi Material  
Departemen Teknik Material dan Metalurgi  
Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November  
Di Surabaya

Dalam rangka pengumpulan data penelitian guna penyusunan skripsi maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan izin penelitian bagi mahasiswa kami dibawah ini:

- |    |                       |   |
|----|-----------------------|---|
| 1  | Nama                  | : Anindita Permata Hardarini Putri  |
| 2  | NIM                   | : 161610101076  |
| 3  | Semester/Tahun        | : VII/2019/2020   |
| 4  | Fakultas              | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember   |
| 5  | Alamat                | : Perum. Taman Gading CC.23, Jember   |
| 6  | Judul Penelitian      | : Perbandingan Penurunan Daya Regang ( <i>force decay</i> ) <i>Elastomeric Chain</i> Generasi I dan Generasi II pada Perendaman Saliva Buatan                 |
| 7  | Lokasi Penelitian     | : Laboratorium Karakterisasi Material Departemen Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November                |
| 8  | Data/alat yg dipinjam | : FTIR ( <i>Fourier Transform InfraRed</i> )  |
| 9  | Waktu                 | : Desember 2019 s/d Selesai   |
| 10 | Tujuan Penelitian     | : Untuk mengetahui perbandingan struktur penyusun dan penurunan daya regang <i>elastomeric chain</i> Generasi I dan Generasi II pada perendaman saliva buatan |
| 11 | Dosen Pembimbing      | : 1. drg. Leliana Sandra Devi Ade Putri, Sp. Ort<br>2. drg. Lusi Hidayati, M.Kes  |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



**Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp. OF (K)**  
NIP. 196811251999032001