

Pengaruh *Heat Treatment* untuk Mengembalikan Sifat Mekanik Kawat *T-loop Segmental Stainless Steel* terhadap Besaran Gaya yang Dihasilkan

Avi Laviana, Tono S. Hambali, Bergman Thahar, Endah Mardiaty
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran Bandung

Abstrak

Prosedur *heat treatment* dengan suhu dan teknik yang tepat pada pegas *T-loop segmental stainless steel* dapat mengembalikan sifat-sifat mekanik kawat yang menurun akibat prosedur pembengkokan kawat. Penelitian ini bertujuan membandingkan gaya yang dihasilkan oleh pegas *T-loop segmental stainless steel* tanpa dan dengan *heat treatment* pada suhu 450°C selama 15 menit, dengan berbagai jarak aktivasi dan *gable*. Desain penelitian adalah eksperimental laboratoris murni secara *in vitro*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Murni FMIPA ITB pada tahun 2006. Sampel adalah 50 buah pegas *T-loop segmental* dengan *gable*: 0°-0°, 7,5°-7,5°, 15°-15°, 22,5°-22,5°, 30°-30°, terdiri atas 25 pegas tanpa *heat treated* dan 25 pegas dengan *heat treated*. Gaya diukur menggunakan *autograph* pada jarak tarik 1, 2, dan 3 mm, serta hasilnya dilakukan analisis statistik ANOVA dengan desain faktorial 2 x 3 x 5 dan 5 replikasi tiap sel serta uji *posthoc Student Newman Keuls* dan *Tukey*. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan *heat treated* dibanding dengan tanpa *heat treated* serta interaksi antara perlakuan *heat treatment* dan *gable* memberikan efek yang signifikan terhadap gaya yang dihasilkan ($p < 0,05$). Simpulan, *heat treatment* pada *T-loop stainless steel* menghasilkan efek berupa penurunan besar gaya yang dihasilkan. [MKB. 2015;47(3):167-73]

Kata kunci: Gaya, *heat treatment*, *T-loop*

The Effect of Heat Treatment on Mechanical Properties in Restoring Stainless Steel Segmental T-Loop towards the Force Created

Abstract

Heat-treatment procedure with precise temperature and technique on the stainless-steel segmental T-loop retraction spring can restore the mechanical properties that decreases after a wire-bending process. The goal of this study was to compare the force produced by a stainless-steel segmental T-loop spring without and with heat-treatment on 450°C for 15 minutes, with various activation distance and *gable*. The design of the study was in-vitro laboratory experimental design. This study was performed at the Chemistry Laboratory of the Faculty of Science, ITB in 2006. Sample included 50 segmental T-loop springs with α and β angle of 0°-0°, 7.5°-7.5°, 15°-15°, and 22.5°-22.5°, and 30°-30° which consisted of 25 springs without heat-treatment and 25 springs with heat-treatment. Force was measured using autograph with a retraction distance of 1, 2, and 3 mm and the results were gained from ANOVA statistics analysis with a factorial design of 2x3x5 and 5 replications for each cell and *posthoc Student Newman Keuls* and *Tukey* test. The result of the statistic test showed that heat-treatment compared to no heat-treatment and interaction between heat-treatment and *gable* gives significant effect to the force created (p -value < 0.05). In conclusion, the heat-treatment on the stainless steel T-loop produces an effect to decrease the created force. [MKB. 2015;47(3):167-73]

Key words: Force, heat-treatment, T-loop

Korespondensi: Avi Lavina drg., Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran Bandung, Jalan Sekeloa Selatan, No. 1 Bandung, *mobile* 085974125421, *e-mail* avilaviana@yahoo.com

Pendahuluan

Keberhasilan suatu perawatan ortodonti itu bergantung pada beberapa faktor, antara lain mekanika alat ortodonti yang adekuat. Faktor-faktor yang menentukan efektivitas mekanika alat ortodonti antara lain ketepatan pemilihan bahan, konfigurasi pegas, dan juga penanganan *archwire*.¹⁻³

Stainless steel adalah bahan yang terus diteliti dan dikembangkan hingga saat ini dan telah digunakan secara luas dalam bidang ortodonti, antara lain sebagai *archwire*. Bahan *stainless steel* memiliki struktur dan sifat mekanik yang menguntungkan sebagai *archwire* antara lain dapat menghasilkan gaya yang cukup, rentang kerja yang luas, mudah dimanipulasi menjadi berbagai bentuk, dan sifat mekaniknya relatif stabil ketika dilakukan *soldering* dan *welding*.^{1,2,4,5}

Tahap pembuatan *archwire stainless steel* melalui proses penggulangan, pematatan, dan penarikan. Proses ini menghasilkan berbagai perubahan bentuk dan struktur kawat hingga akhirnya diperoleh *archwire* dengan sifat-sifat mekanik yang menguntungkan, seperti kekuatan dan kekerasannya. Perubahan bentuk melalui pembengkokan kawat yang dilakukan di klinik pada saat pembuatan *T-loop* akan menimbulkan *stress* sehingga kawat akan mengalami penurunan sifat-sifat mekaniknya.⁶ Beberapa penelitian melaporkan mengenai teknik *heat treated* yang dapat mengembalikan

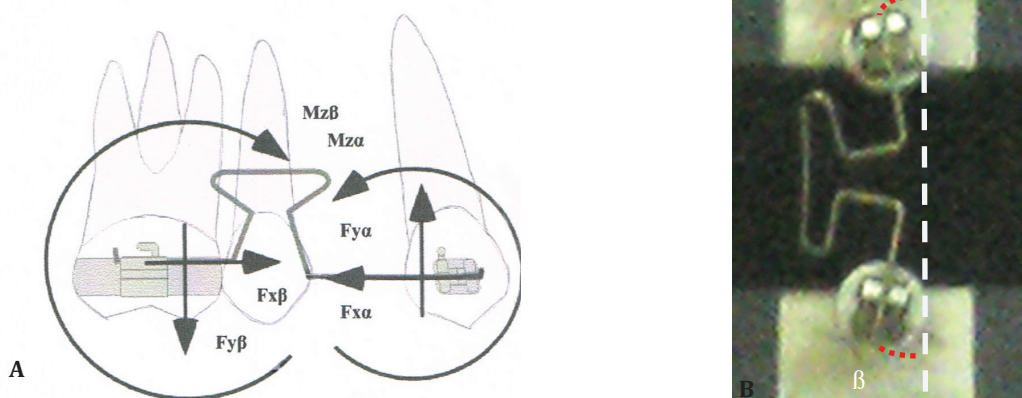
sifat mekanik *archwire stainless steel*, antara lain menurunkan *stress* setelah dilakukan *heat treated* pada suhu 300–500°C selama 15 menit. *Heat treated* dapat pula menimbulkan efek samping yang merugikan jika teknik yang dilakukan tidak tepat, seperti penurunan sifat-sifat mekanik yang berlebihan, perubahan bentuk, dan penurunan daya tahan terhadap korosi akibat lepasnya ion-ion *nickel* dan *chromium* dari kawat. Ion-ion logam akan bercampur dengan saliva, bahkan mungkin diserap secara sistemik. Praktisi harus sangat memperhatikan teknik *heat treated* agar selama dan setelah perawatan ortodonti tidak berdampak toksik pada pasien.^{1,4}

Salah satu teknik penutupan ruang pada perawatan ortodonti dengan pencabutan adalah memakai *T-loop segmental*.⁷⁻⁹ Teknik ini menjadi pilihan ketika operator tidak menghendaki friksi dan menginginkan kontrol gerakan *tipping* serta rotasi melalui pengaturan momen (Gambar 1).^{7,10}

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh *heat treatment* pada suhu 450°C selama 15 menit terhadap pegas segmental *T-loop stainless steel*, dengan berbagai variasi sudut *gable* dan jarak tarik terhadap besar gaya yang dihasilkan.

Metode

Bahan penelitian ini adalah 50 pegas *T-loop stainless steel (Ormco)* berpenampang 0,016 inci x 0,022 inci dengan tinggi 7 mm, lebar 10



Gambar 1 Sistem Gaya yang Bekerja pada Pegas *T-Loop Segmental*

A. Gaya horizontal yang bekerja pada segmen anterior ($F_{x\alpha}$). Gaya vertikal yang bekerja pada segmen anterior ($F_{y\alpha}$). Momen yang terjadi pada segmen anterior ($M_{z\alpha}$). Gaya horizontal yang bekerja pada segmen posterior ($F_{x\beta}$). Gaya vertikal yang bekerja pada segmen posterior ($F_{y\beta}$). Momen yang terjadi pada segmen posterior ($M_{z\beta}$). B. Alat uji terpasang pada *autograph*, memegang *T-loop* dengan variasi sudut α dan β . (Lab. Kimia Murni F. MIPA ITB).

Tabel 1 Besar Gaya berdasarkan Faktor Perlakuan *Heat Treated* (A).

Interaksi A	Gaya (gF)					Posthoc Test*
	Rata-rata	Median	SB	Minimum	Maksimum	
Tanpa HT	308,83	285,00	156,84	68,00	652,00	a
Dengan HT	281,53	260,00	153,89	40,00	660,00	b

Keterangan: HT = *heat treatment*; *uji S-N-K dan Tukey

mm, dan panjang 18 mm, dengan kombinasi sudut anterior (α) dan posterior (β) adalah 0°-0°; 7,5°-7,5°; 15°-15°; dan 22,5°-22,5°; 30°-30°; masing-masing 5 buah. Seluruh pegas dikalibrasi menggunakan *template* dan diperiksa kesejajarannya menggunakan *glass slab*. Pada 25 pegas *T-loop* tidak dilakukan *heat treated* dan 25 pegas dilakukan *heat treated* dalam oven (Philip) pada suhu 450°C selama 15 menit.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental murni dan dilakukan di laboratorium secara *in vitro*. Desain alat uji untuk memegang pegas *T-loop* pada *autograph* dirancang oleh Laboratorium Kimia Murni Fakultas MIPA ITB dan dibuat oleh Laboratorium Fisika Teknik LIPI, Bandung. Alat tersebut terbuat dari bahan alumunium dan terdiri atas bagian yang statis, batang penarik yang dapat digerakkan, dudukan breket yang dapat berputar, dan breket standar *edgewise* ukuran slot 0,018 inci (*Ormco*). Pegas dipasang pada alat uji lalu diikat pada breket menggunakan *ligature wire*, kemudian alat uji dipasang pada

Universal Strength Tester Shimadzu Corporation Autograph. *Autograph* diatur pada angka 0 (nol), kemudian dilakukan penarikan sebesar 1 mm, 2 mm, dan 3 mm, serta besar gaya yang dihasilkan dicatat dengan satuan gF.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Murni Fakultas MIPA Institut Teknologi Bandung. Uji statistik hasil penelitian menggunakan ANOVA, yaitu untuk menguji data dengan Desain Faktorial 2 x 3 x 5 dan 5 replikasi tiap sel. Untuk menguji hasil interaksi ketiga faktor bahan, *gable*, dan jarak tarik juga digunakan uji *posthoc tes* Student Newman Keuls dan Tukey pada taraf 5%.

Hasil

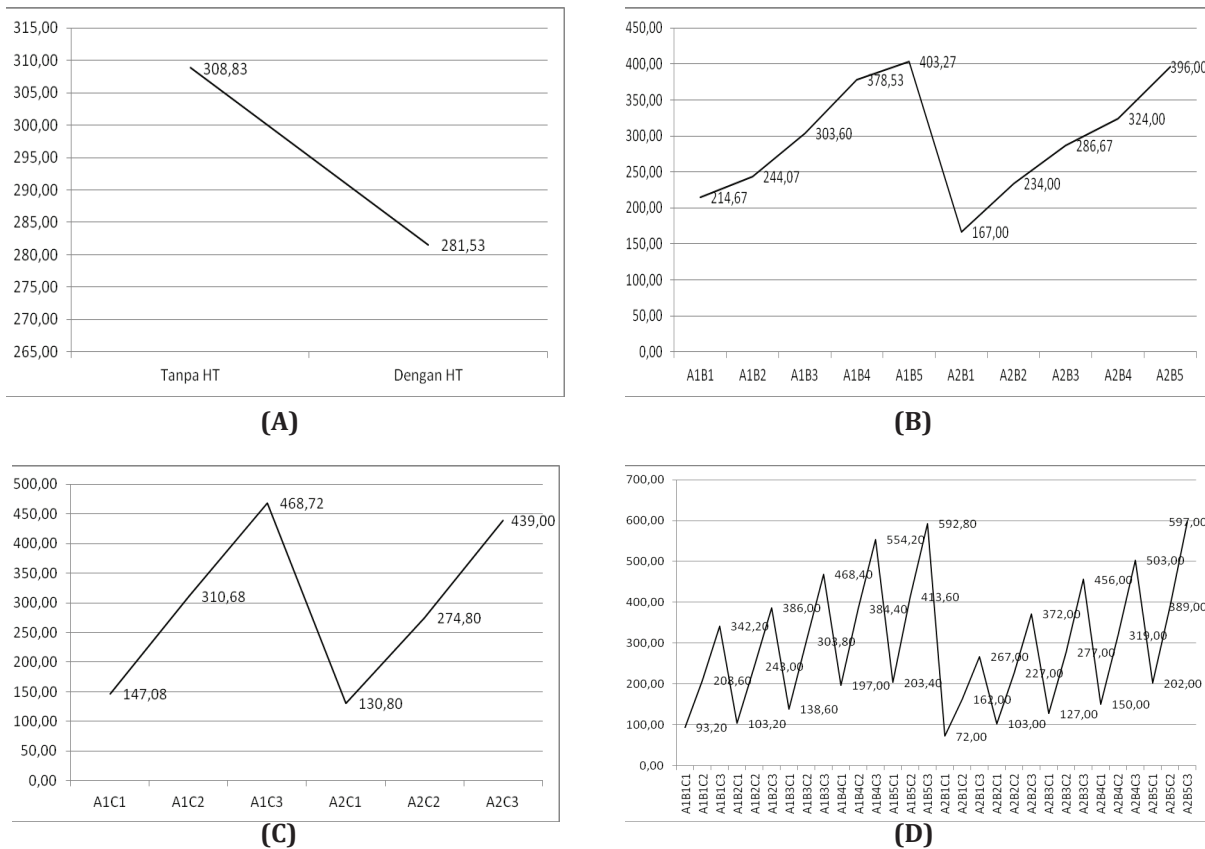
Nilai gaya rata-rata yang dihasilkan oleh pegas retraksi *T-loop* segmental *stainless steel* tanpa dilakukan *heat treated* dibanding dengan *heat treated*, dengan besar sudut *gable* dan jarak aktivasi yang berbeda, yaitu pada *stainless*

Tabel 2 Besar Gaya berdasarkan Faktor Interaksi Perlakuan *Heat Treated* (A) dan Sudut *Gable* (B)

Interaksi AB	Gaya (gF)					Posthoc Test*
	Rata-rata	Median	SB	Minimum	Maksimum	
A1B1	214,67	203,00	108,63	70,00	393,00	b
A1B2	244,07	258,00	131,52	68,00	485,00	b
A1B3	303,60	285,00	142,12	123,00	520,00	c,d
A1B4	378,53	362,00	154,87	175,00	620,00	e
A1B5	403,27	400,00	167,20	168,00	652,00	e
A2B1	167,00	170,00	87,93	40,00	300,00	a
A2B2	234,00	225,00	115,28	90,00	410,00	b
A2B3	286,67	280,00	140,36	110,00	490,00	c
A2B4	324,00	320,00	149,42	145,00	515,00	d
A2B5	396,00	390,00	172,21	155,00	660,00	e

Keterangan: A1=tanpa *heat treatment*; A2=dengan *heat treatment*; B=berdasarkan interaksi dengan besar sudut *gable* B1 0°-0°, B2 7,5°-7,5°; B3 15°-15°; B4 22,5°-22,5°; B5 30°-30° *uji S-N-K dan Tukey

Avi Lavina: Pengaruh Heat Treatment untuk Mengembalikan Sifat Mekanik Kawat T-loop Segmental Stainless Steel



Gambar 2 Besar Gaya berdasarkan Beberapa Faktor Perlakuan

(A) Berdasarkan faktor perlakuan *heat treated*, gaya yang dihasilkan T-loop segmental stainless steel tanpa HT berbeda secara bermakna dengan yang diberi perlakuan HT.

Keterangan: HT = *heat treatment*. (B) berdasarkan interaksi perlakuan pada T-loop stainless steel dengan dan tanpa *heat treatment* dan *gable*, gaya yang dihasilkan T-loop stainless steel dengan dan tanpa *heat treatment* (A1) dan dengan *heat treatment* (A2), menunjukkan kenaikan yang bermakna untuk setiap kenaikan sudut *gable* (B1-B5). (C) berdasarkan faktor interaksi perlakuan tanpa dan dengan *heat treatment* terhadap T-loop stainless steel, gaya yang dihasilkan (A1-A2) dan dengan dan jarak tarik 1, 2, 3 mm (C1-C3) menunjukkan perbedaan yang bermakna. (D) berdasarkan faktor interaksi bahan, *gable*, dan jarak tarik, gaya yang dihasilkan berdasarkan perlakuan pada T-loop stainless steel tanpa *heat treatment* (A1) dan dengan *heat treatment* (A2); sudut *gable*, (B1-B5) dan jarak tarik (C1-C3) menunjukkan perbedaan yang bermakna.

Tabel 3 Besar Gaya Berdasarkan Faktor Interaksi Perlakuan Heat Treated (A) dan Jarak Tarik (C)

Interaksi AC	Gaya (gF)					
	Rata-rata	Median	SB	Minimum	Maksimum	Posthoc Test*
A1C1	147,08	140,00	50,60	68,00	237,00	a
A1C2	310,68	307,00	87,59	160,00	470,00	c
A1C3	468,72	485,00	108,29	263,00	652,00	e
A2C1	130,80	130,00	48,43	40,00	245,00	a
A2C2	274,80	280,00	82,87	110,00	445,00	b
A2C3	439,00	460,00	119,44	195,00	660,00	d

Keterangan: A1 = tanpa *heat treatment*; A2 = dengan *heat treatment*; C= jarak aktivasi C1=1, C2=2, dan C3=3 mm; *uji S-N-K dan Tukey

Tabel 4 Besar Gaya berdasarkan Faktor Interaksi *Heat Treated* (A), Sudut *Gable* (B), dan Jarak Tarik (C)

Interaksi ABC	Gaya (gF)					Posthoc Test*
	Rata-rata	Median	SB	Minimum	Maksimum	
A1B1C1	93,20	93,00	18,75	70,00	115,00	a,b
A1B1C2	208,60	203,00	27,37	175,00	238,00	d,e
A1B1C3	342,20	338,00	37,12	292,00	393,00	h,i
A1B2C1	103,20	113,00	27,81	68,00	132,00	a,b,c
A1B2C2	243,00	258,00	55,83	160,00	307,00	e,f
A1B2C3	386,00	410,00	81,64	263,00	485,00	i,j
A1B3C1	138,60	140,00	11,80	123,00	155,00	b,c
A1B3C2	303,80	285,00	29,41	280,00	345,00	g,h
A1B3C3	468,40	465,00	41,40	428,00	520,00	i,j
A1B4C1	197,00	205,00	14,40	175,00	210,00	e
A1B4C2	384,40	362,00	37,51	350,00	430,00	i,j
A1B4C3	554,20	542,00	50,27	505,00	620,00	m
A1B5C1	203,40	205,00	26,22	168,00	237,00	d,e
A1B5C2	413,60	400,00	32,47	393,00	470,00	j,k
A1B5C3	592,80	582,00	33,6	570,00	652,00	m
A2B1C1	72,00	70,00	20,80	40,00	95,00	a
A2B1C2	162,00	170,00	30,94	110,00	185,00	c,d
A2B1C3	267,00	285,00	43,10	195,00	300,00	f,g
A2B2C1	103,00	105,00	10,37	90,00	115,00	a,b,c
A2B2C2	227,00	225,00	20,80	205,00	255,00	e,f
A2B2C3	372,00	365,00	25,64	340,00	410,00	i,j
A2B3C1	127,00	130,00	10,95	110,00	140,00	a,b,c
A2B3C2	277,00	280,00	18,57	250,00	300,00	f,g
A2B3C3	456,00	460,00	25,84	420,00	490,00	k,l
A2B4C1	150,00	150,00	3,53	145,00	155,00	b,c,d
A2B4C2	319,00	320,00	8,21	305,00	325,00	g,h
A2B4C3	503,00	505,00	11,51	485,00	515,00	l
A2B5C1	202,00	195,00	35,99	155,00	245,00	d,e
A2B5C2	389,00	390,00	43,50	325,00	445,00	i,j
A2B5C3	597,00	615,00	54,84	515,00	660,00	m

steel tanpa *heat treated* gaya terkecil 93,20 gF dihasilkan oleh *T-loop* dengan *gable* 0⁰-0⁰ dan aktivasi sejauh 1 mm. Gaya terbesar 592,80 gF dihasilkan oleh *T-loop* dengan *gable* 30⁰-30⁰ dengan jarak aktivasi 3 mm. Pada *T-loop stainless steel* dengan *heat treated*, diketahui bahwa gaya terkecil dihasilkan oleh pegas retraksi *T-loop heat treated* dengan *gable* 0⁰-0⁰ dan pada jarak aktivasi 1 mm, yaitu sebesar 72,0 gF, dan gaya

terbesar yaitu 597 gF dihasilkan pada *gable* 30⁰-30⁰ dengan jarak aktivasi 3 mm. Gaya optimum untuk retraksi gigi kaninus dicapai dengan *gable* 0⁰-0⁰ dan 7,5⁰-7,5⁰ dengan jarak aktivasi 1 mm.

Gaya yang dihasilkan oleh *T-loop stainless steel* tanpa *heat treated* secara keseluruhan lebih besar jika dibanding dengan gaya yang dihasilkan oleh *T-loop* dengan *heat treated*. Pada *T-loop* dengan besar sudut *gable* dan jarak aktivasi yang

sama, gaya yang dihasilkan oleh pegas *stainless steel* tanpa *heat treated* selalu lebih besar dibanding dengan gaya yang dihasilkan oleh pegas dengan *heat treated*, kecuali pada *gable* 30°-30° dengan jarak aktivasi 3 mm pada *T-loop* dengan *heat treated* menunjukkan gaya sedikit lebih besar. Perhitungan ukuran sampel untuk rancangan percobaan tiga faktor (perlakuan *heat treatment*, jarak tarik, dan sudut *gable*) dengan masing-masing tingkat 2, 3, dan 5 sehingga akan terbentuk 2x3x5 perlakuan, untuk menghitung sampel minimum digunakan rumus sampel dari Federer.

Rumus sampel

$$(n - 1)(k - 1) \geq 15$$

atau

$$n \geq 1 + \frac{15}{(k - 1)}$$

Dengan

N= ukuran sampel minimal yang dibutuhkan

K= banyaknya perlakuan dalam rancangan percobaan yang dilakukan

Banyaknya unit percobaan adalah

$$n \times k$$

Dalam rancangan percobaan ini desainnya adalah terdapat 2 bahan *T-loop stainless steel*, yaitu tanpa *heat treatment* dan dengan *heat treatment*, 3 jarak tarik, dan 5 besar sudut *gable*, atau akan didapat 30 perlakuan yang berbeda. Ukuran sampel minimal yang diperlukan adalah:

$$n \geq 1 + \frac{15}{(30 - 1)}$$

$$n \geq 1,517 \approx 2$$

Berdasarkan atas penghitungan, minimal banyak unit percobaan atau replikasi minimal untuk setiap perlakuan adalah 2 atau total sampel minimal adalah 2x30=60 unit percobaan yang dipersyaratkan. Karena dalam penelitian ini dilakukan 5 replikasi untuk setiap perlakuan maka didapatkan 5x30=150 unit percobaan. Dengan demikian, syarat minimal sampel sudah terpenuhi.

Berdasarkan penghitungan dengan ANOVA dari SPSS versi 19 dengan rancangan percobaan 2x3x5 dengan 5 replikasi, diketahui bahwa pada

jenis perlakuan *T-loop stainless steel* tanpa dan dengan *heat treatment* dan interaksi di antara bahan dengan sudut *gable* 0°-0°; 7,5°-7,5°; 15°-15°; dan 22,5°-22,5°; 30-30° dan jarak tarik (1, 2, 3 mm) memberikan efek yang signifikan terhadap gaya yang dihasilkan (nilai $p < 0,05$) kecuali interaksi antarperlakuan *heat treated*-jarak tarik, dan interaksi *heat treated*-sudut-jarak tarik, karena nilai p (sig) $> 0,05$.

Berdasarkan atas faktor *T-loop stainless steel* dengan dan tanpa *heat treatment* maka dapat dilihat bahwa gaya yang dihasilkan oleh *stainless steel* tanpa *heat treatment* lebih besar dibanding dengan *heat treatment* (Gambar 2A). Gaya yang dihasilkan tersebut berbeda bermakna pada taraf 5% dengan menggunakan Uji *posthoc Student Newman Keuls* dan *Tukey* (perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan rata-rata yang bermakna) (Tabel 1). Gambar 2A memperlihatkan grafik gaya berdasarkan faktor A, yaitu *T-loop stainless steel* tanpa dan dengan *heat treatment*.

Berdasarkan faktor interaksi *T-loop stainless steel* tanpa *heat treatment* (A1) dan dengan *heat treatment* (A2) dan variasi besar sudut *gable* (B1-B5) dapat dilihat bahwa gaya yang dihasilkan akan semakin besar seiring dengan membesarnya sudut *gable* untuk perlakuan yang sama (Gambar 2B). Gaya yang dihasilkan tersebut berbeda secara bermakna pada taraf 5% dengan menggunakan Uji *posthoc Student Newman Keuls* dan *Tukey* (perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan rerata yang bermakna) (Tabel 2).

Berdasarkan faktor interaksi perlakuan *heat treatment* terhadap *T-loop stainless steel* (A1-A2) dan jarak tarikan (C1-C3) dapat dilihat bahwa gaya yang dihasilkan akan semakin besar seiring dengan membesarnya jarak tarik untuk perlakuan yang sama (Gambar 2C). Gaya yang dihasilkan tersebut berbeda secara bermakna pada taraf 5% dengan mempergunakan Uji *posthoc Student Newman Keuls* dan *Tukey* (perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan rata-rata yang ternyata bermakna) (Tabel 3).

Berdasarkan faktor interaksi perlakuan *heat treatment T-loop stainless steel* (A1-A2), sudut *gable* (B1-B5), dan jarak tarik (C1-C3) dapat dilihat bahwa gaya yang dihasilkan akan semakin besar seiring dengan membesarnya jarak tarik untuk sudut yang sama dan bahan yang sama, begitu juga dengan bertambahnya sudut atau bertambahnya jarak tarik atau berbedanya perlakuan (Gambar 2D). Gaya yang dihasilkan tersebut berbeda secara bermakna pada taraf

5% dengan menggunakan Uji *posthoc Student Newman Keuls* dan *Tukey* (perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan rata-rata yang bermakna) (Tabel 4).

Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di laboratorium secara *in vitro* untuk mengukur besar gaya yang dihasilkan oleh pegas retraksi *T-loop segmental stainless steel* berdiameter 0,016 inci x 0,022 inci dan diberi *gable* dengan besar sudut anterior (α) dan posterior (β): 0° - 0° ; $7,5^{\circ}$ - $7,5^{\circ}$; 15° - 15° ; $22,5^{\circ}$ - $22,5^{\circ}$; 30° - 30° , tanpa perlakuan *heat treated* dan dengan perlakuan *heat treated*, pada jarak tarik 1, 2, dan 3 mm, yang mewakili jarak aktivasi yang umum dilakukan di klinik.

Berdasarkan penelitian, gaya yang diperoleh pegas *T-loop stainless steel* tanpa *heat treated* berkisar antara 93,20 gF hingga 592,80 gF; dan 72,00 gF hingga 597,00 gF untuk pegas *T-loop stainless steel* dengan *heat treated*. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan mengenai sifat mekanik *archwire stainless steel* yang mengalami perubahan sifat-sifat mekaniknya yaitu ketika dilakukan *heat treated* kecuali pada penarikan *T-loop* dengan *gable* 30° - 30° dengan jarak tarik 3 mm menghasilkan gaya lebih tinggi dibanding dengan tanpa *heat treated*. Kemungkinan pada pembengkokan kawat dengan sudut yang besar akan mengakibatkan kerusakan struktur kawat yang tidak dapat diperbaiki dengan prosedur *heat treated*, bahkan prosedur *heat treated* semakin menurunkan kekuatan bahan.

Gaya optimum untuk retraksi kaninus dihasilkan pegas *T-loop segmental stainless steel* dengan *gable* 0° - 0° dan $7,5^{\circ}$ - $7,5^{\circ}$ dengan jarak aktivasi 1 mm. Walaupun pada penelitian ini terdapat gaya optimum yang memenuhi syarat untuk retraksi kaninus sesuai dengan Proffit, yaitu 70-120 gF per gigi untuk menghasilkan gerakan translasi, namun seluruh data penelitian ini merupakan data laboratoris yang pada penerapannya harus mempertimbangkan sistem gaya lain yang bekerja pada alat tersebut.⁵

Simpulan, bahwa perlakuan tanpa dan dengan *heat treatment* pada pegas *T-loop stainless steel* dan interaksi bahan dengan sudut *gable* dan jarak tarik memberikan efek berupa penurunan

besar gaya yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

1. Cuoghi OA, Kasbergen GF, Santos PH, Mendonca MR, Tandeli PM. Effects of heat treatment on stainless steel orthodontic wires. *Braz Oral Res.* 2011;25(2):128-34.
2. Sankar SG, Shetty S, Karanth D. A comparative study of physical and mechanical properties of the different grades of Australian stainless steel wires. *Trends Biomater Artif Organs.* 2010;25(2):67-74.
3. Blaya MBG, Westphalen GH, Guimaraes MB, Hirakata LM. Evaluation of tensile strength of different configuration of orthodontic retraction loops for obtaining optimized forces. *Stomatologija.* 2009;11(2):66-9.
4. Brantley WA, Alapati SB. Heat treatment of dental alloys: a review. *Metallurgy-advances in materials and processes* [Internet]. 2012 (diunduh 12 Mei 2014). Tersedia dari: <http://dx.doi.org/10.577772/52398>.
5. Proffit WR, Fields HW Jr, Sarver DM, Ackerman JL. *Contemporary orthodontics*. Edisi ke-5. St Louis, Missouri: Mosby; 2013.
6. Acharya KA, Jayade VP. Metallurgical properties of stainless steel orthodontic archwires: a comparative study. *Trends Biomater Artif Organs.* 2005;18(2):125-36.
7. Gajda S, Chen J. Comparison of three-dimensional orthodontic load systems of different commercial archwire for space closure. *Angle Orthod.* 2012;82(2):333-9.
8. Felemban NH, Al Sulaiman FF, Murshid ZA, Hassan AH. En masse retraction versus two step retraction of anterior teeth in extraction treatment of bimaxillary protrusion. *J Orthod Sci.* 2013;2(1):28-37.
9. Katona TR, Isikbay SC, Chen J. Effects of first- and second-order *gable* bends on the orthodontic load systems produced by *T-loop* archwires. *Angle Orthod J.* 2014;84(2):350-7.
10. Bisol GK, Rocha R. Laboratorial study of the cuspid's retraction timing and tipping effects during space closure, using the segmented arch technique. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(1):53-64.