

Pengaruh Temperatur terhadap Daya Lenting Kawat Stainless Steel *Finger Spring*

Effect of Temperature on Resilience of Finger Spring Stainless Steel Wire

Tita Ratya Utari,^{1*} Justika Oktavia¹

¹ Program Studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

*Email: tita_utari@yahoo.com

Abstrak

Alat ortodontik lepasan memiliki komponen aktif yang membantu menggerakkan gigi. *Finger spring* merupakan salah satu komponen aktif yang paling banyak digunakan yang dibuat dari kawat ortodontik *stainless steel* tipe *austenitic* dengan diameter 0,6 mm. Lingkungan rongga mulut dapat membuat kawat ortodontik mengalami kerusakan karena di dalam rongga mulut akan terkena paparan dari beberapa faktor seperti temperatur, saliva, plak, pH, protein dan makanan atau minuman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap daya lenting kawat *stainless steel finger spring*. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 20 buah *finger spring* yang telah diaktifkan didalam plat akrilik dan terbagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok 1 (kontrol) dimana *finger spring* diberi temperatur 37°C, kelompok 2 adalah kelompok dengan pemberian temperatur 15°C, kelompok 3 dengan pemberian temperatur 65°C, dan kelompok 4 dengan pemberian temperatur 15°C dan 65°C. Sebelum sampel diberi perlakuan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran *pre test* daya lenting kemudian sampel diberi perlakuan temperatur selama 1 menit dalam sehari dan diulangi 7 minggu. Setelah selesai maka dilakukan pengukuran *post test*. Pengukuran daya lenting menggunakan *tension gauge*. Disimpulkan bahwa hasil uji statistik *paired sampel t-test* menunjukkan nilai ($p < 0,05$) pada kelompok 2 dan 3 yang berarti memiliki perbedaan signifikan pada kelompok tersebut dan pada uji *one way ANOVA* menunjukkan nilai ($p < 0,05$) yang berarti ada perbedaan yang signifikan dari setiap kelompok. Penurunan nilai daya lenting yang terjadi paling tinggi pada kelompok 3 diberi temperature 65°C.

Kata kunci : *finger spring*, daya lenting, temperatur

Abstract

Removable orthodontic appliances have an active components that assist in tooth moving. *Finger spring*, made of 0,6 mm diameter austenitic stainless steel orthodontic wire, is one of active component that is the most widely used. The environment of the human oral cavity can make orthodontic wire damage because in the oral cavity, the wire will be exposed to some factors such as temperature, saliva, plaque, pH, protein, and food or beverages. The purpose of this research is to identify the effect of temperature towards the resilience of *finger spring's stainless steel wires*. Samples used in this research were 20 *finger springs*, already activated in acrylic plates, which were divided into 4 groups. Group 1 (control group) consist of *finger springs* put at temperature of 37°C. *Finger springs* in group 2 were put at the temperature of 15°C. Group 3's *finger springs* were treated with the temperatue of 65°C. Temperatures given at *finger springs* in group 4 were 15°C and 65°C. Prior to treatment, initial measurements of resilience were taken and then all samples were put under those particular temperatures for one minute daily until 7 week. The measurement used a *tension gauge* to assess the resilience. It was concluded that statistical paired sample *t-test* revealed a value of ($p < 0,05$) for group 2 and 3, indicating a significant difference on those two groups. *One way ANOVA* test resulted in score of ($P < 0,05$), which means that there were significant diffeences on each group. The worst drop of resilience value was seen on samples in group 3 put at temperatur 65°C.

Key words : *finger spring*, resilience, temperature

PENDAHULUAN

Oklusi yang tidak normal (maloklusi) merupakan kondisi yang sering terjadi dimana gigi geligi berada dalam posisi yang tidak benar. Ketidaknormalan oklusi ini paling sering disebabkan oleh ketidaksesuaian ukuran rahang dengan lengkung gigi sehingga dibutuhkan perawatan ortodontik untuk mengatasi terjadinya maloklusi tersebut agar dapat kembali normal.¹ Perawatan ortodontik dibagi menjadi dua berdasar alat yang digunakan yaitu alat ortodontik cekat dan alat ortodontik lepasan. Alat ortodontik lepasan ini terdiri dari plat dasar, komponen retentif, komponen aktif, komponen pasif dan komponen penjangkaran. Komponen aktif terdiri dari berbagai *springs* seperti *palatal finger springs*, *Z-spring*, *T-spring*, *coffin spring*, *buccal canine retractor* dan busur labial aktif.² Komponen aktif dalam alat ortodonti lepasan yang paling banyak digunakan adalah *finger spring*.

Lingkungan rongga mulut manusia dapat membuat kawat ortodontik mengalami kerusakan. Keadaan tersebut dikarenakan dalam rongga mulut, kawat akan terkena paparan dari beberapa faktor seperti temperatur, kualitas dan kuantitas saliva, plak, pH, protein dan makanan atau minuman.³ Temperatur akan meningkatkan energi dalam suatu sistem sehingga akan mempengaruhi besarnya laju korosi yang terjadi dikarenakan semakin tinggi suhu yang dimiliki, partikel yang menyusun unsur baik itu dari larutan maupun dari logamnya bergerak semakin cepat.⁴

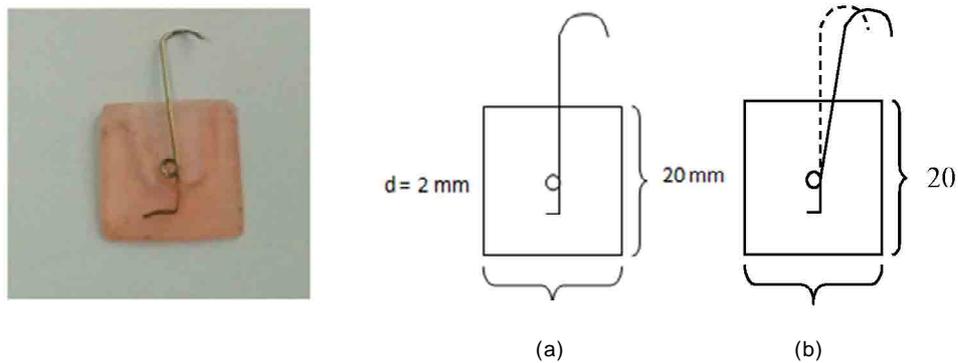
Korosi pada kawat *stainless steel* ditandai dengan adanya pelepasan ion kromium dari kawat tersebut. Pelepasan ion kromium pada temperatur normal (37°C) dan pH normal (6,75 ± 0,15) terjadi pada hari ke-49.⁵ Korosi pada kawat *stainless steel*

dalam rongga mulut akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas dan kekuatan kawat karena berkurangnya elastisitas dan deformasi permanen dari kawat tersebut.⁶ Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap daya lenting kawat ortodontik *stainless steel finger spring*.

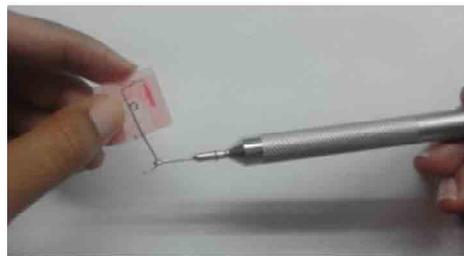
BAHAN DAN CARA

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap daya lenting kawat *stainless steel finger spring* dengan pengukuran *pre test* dan *post test*. Sampel yang digunakan adalah *finger spring* yang tertanam dalam plat akrilik ukuran 20 mm x 20 mm (Gambar 1.) sejumlah 5 buah dari masing-masing kelompok. Terdapat 4 kelompok yaitu; kelompok kontrol (37°C), kelompok temperatur dingin (15°C), kelompok temperatur panas (65°C) dan kelompok temperatur campuran (15 °C dan 65°C). Kawat *stainless steel finger spring* dibuat dari kawat diameter 0,6 mm dalam bentuk *finger spring* dengan diameter koil 2 mm yang tertanam di dalam plat akrilik. Pada penelitian ini beberapa variabel yaitu jenis kawat ortodontik *stainless steel*, diameter kawat ortodontik *stainless steel*, aktivasi *finger spring*, ukuran diameter koil, panjang lengan *finger spring*, temperatur saliva buatan, *tension gauge*, cara pengukuran serta waktu perendaman dikendalikan.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan mengaktifkan *finger spring* ke dalam posisi aktif (Gambar 1.), kemudian melakukan pengukuran *pre test* pada ke 20 sampel dengan menggunakan alat pengukur daya lenting yaitu *tension gauge* (Gambar 2.), selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam 4 gelas ukur sesuai dengan kelompok perlakuan masing-



Gambar 1. Sampel *Finger Spring* sebelum Diaktivasi (a) dan setelah Diaktivasi (b)



Gambar 2. Cara Pengukuran Daya Lenting Kawat *Stainless Steel Finger Spring*

masing dan diberikan saliva buatan untuk merendahnya, kemudian sampel dimasukkan kedalam inkubator dengan temperatur 37°C. Setiap hari sampel kelompok 2, 3 dan 4 dikeluarkan dari inkubator untuk diberi perlakuan sesuai temperatur dari kelompok masing-masing. Untuk memudahkan pemberian perlakuan temperatur maka digunakan alat penstabil suhu yang dapat meningkatkan dan menurunkan temperatur dalam rentang 15°C sampai 65°C. Perlakuan diberikan kepada masing-masing kelompok selama 1 menit dan diulang setiap hari sampai 49 hari. Kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan apapun hanya didiamkan di dalam inkubator selama 49 hari. Pengukuran *post test* daya lenting dilakukan setelah penelitian selesai dan dilakukan uji statistika.

Analisis data yang digunakan adalah uji normalitas *Shapiro wilk*. Apabila data normal maka

dilanjutkan dengan uji parametrik *paired sampel t-test* untuk masing-masing kelompok dan *one way ANOVA* untuk setiap kelompok.

HASIL

Hasil pengukuran *pre test*, *post test* dan selisih daya lenting pada semua kelompok diperlihatkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1. tampak bahwa selisih rata-rata daya lenting kelompok kontrol mengalami penurunan 0,000024 N, pada kelompok perlakuan dingin mengalami kenaikan 0,0006 N, pada kelompok perlakuan panas mengalami penurunan 0,002008 N, dan pada kelompok campuran mengalami kenaikan 0,00012 N.

Tabel 2. menunjukkan hasil uji normalitas pengaruh temperatur terhadap daya lenting kawat. Dapat dilihat bahwa hasil uji *Shapiro wilk* menunjukkan

Tabel 1. Hasil Pengukuran Daya Lenting Kawat Finger spring

Finger Spring	Temperatur	Daya Lenting Pre Test (N)	Daya Lenting Post Test (N)	Selisih (N)
Normal (Kelompok 1)				
1	37°C	0,0025	0,0025	0
2	37°C	0,0031	0,0025	-0,0006
3	37°C	0,0031	0,0025	-0,0006
4	37°C	0,0025	0,0025	0
5	37°C	0,0025	0,0025	0
Rerata		0,00274	0,0025	-0,00024
Dingin (Kelompok 2)				
6	15°C	0,0031	0,0037	0,0006
7	15°C	0,0025	0,0031	0,0006
8	15°C	0,0031	0,0037	0,0006
9	15°C	0,0025	0,0025	0
10	15°C	0,0025	0,0037	0,0012
Rerata		0,00274	0,00334	0,0006
Panas (Kelompok 3)				
11	65°C	0,0025	0,00062	-0,00188
12	65°C	0,0031	0,00062	-0,00248
13	65°C	0,0031	0,0012	-0,0019
14	65°C	0,0025	0,00062	-0,00188
15	65°C	0,0031	0,0012	-0,0019
Rerata		0,00286	0,000852	-0,002008
Campuran (Kelompok 4)				
16	15°C dan 65°C	0,0025	0,0025	0
17	15°C dan 65°C	0,0025	0,0025	0
18	15°C dan 65°C	0,0025	0,0025	0
19	15°C dan 65°C	0,0025	0,0031	0,0006
20	15°C dan 65°C	0,0031	0,0031	0
Rerata		0,00262	0,00274	0,00012

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Uji Normalitas Daya Lenting (N)	Kelompok	Shapiro-Wilk Statistic	df	P Value
Pre Test	37°C	0.684	5	0.006
	15°C	0.684	5	0.006
	65°C	0.684	5	0.006
	15°C65°C	0.552	5	0.000
Post Test	15°C	0.770	5	0.045
	65°C	0.684	5	0.006
	15°C65°C	0.684	5	0.006

bahwa terdapat 5 data dengan nilai $p > 0,05$ sehingga dinyatakan data normal. Terdapat 2 data yang memiliki nilai $p < 0,05$ sehingga dinyatakan data tidak normal. Untuk mengetahui kesimpulan normalitas dari data tersebut dapat dilihat dari Tabel Skewness dan Kurtosis (Tabel 3.) di bagian data deskriptif.

Tabel 3. menunjukkan hasil uji Skewness dan Kurtosis. Nilai Skewness pada pre test dan post test adalah 0,442 dan -0,606 yang apabila dilakukan perhitungan akan menghasilkan nilai 0,80 dan -1,10 yang berarti nilai Skewness berada di antara +1,96 dan -1,96. Nilai Kurtosis pada pre test dan post test adalah -2,018 dan -0,526 yang apabila dilakukan perhitungan akan menghasilkan nilai -1,84 dan -0,84 yang berarti nilai Kurtosis berada di antara +1,96 dan -1,96. Sehingga dapat dilakukan uji parametrik Paired Sampel T-Test dan One Way Anova.

Uji statistik data yang pertama digunakan adalah Paired Sampel T-test yang bertujuan untuk menge-

Tabel 3. Hasil Uji Skewness dan Kurtosis

	Std. Deviation	Skewness	Std. Error	Kurtosis	Std. Error
	Statistic	Statistic		Statistic	
Pre Test	0.000	0.442	0.512	-2.018	0.992
Post Test	0.000	-0.606	0.512	-0.526	0.992
Valid N (listwise)					

Tabel 4. Hasil Uji Paired Sampel T-Test

Kelompok		T	Df	pValue
1	Pre Test - Post Test	1.632	4	0.177
2	Pre Test - Post Test	-3.162	4	0.034
3	Pre Test - Post Test	1.700	4	0.000
4	Pre Test - Post Test	-1	4	0.373

Tabel 5. Hasil Uji One Way Anova

	Mean Square	F	pValue
Between Groups	0.000	35.090	0.000
Within Groups	0.000		
Total			

tahui perbandingan nilai sebelum dan sesudah sampel diberikan perlakuan. Tabel 4. menunjukkan hasil uji *Paired Sampel T-test*.

Pada kelompok 1 nilai $p=0,177$ sehingga dapat dinyatakan tidak ada perbedaan yang signifikan dari variabel sebelum dan sesudah perlakuan. Pada kelompok 2 nilai $p=0,034$ sehingga dapat dinyatakan ada perbedaan yang signifikan dari variabel sebelum dan sesudah perlakuan. Pada kelompok 3 nilai $p=0,000$ sehingga dapat dinyatakan ada perbedaan yang signifikan dari variabel sebelum dan sesudah perlakuan, dan yang terakhir kelompok 4 menunjukkan nilai $p=0,373$ sehingga dapat dinyatakan tidak ada perbedaan yang signifikan dari variabel sebelum dan sesudah perlakuan.

Uji Selanjutnya adalah *One Way ANOVA* untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan dari semua kelompok. Tabel 5. menunjukkan hasil uji *one way ANOVA*. Asumsi signifikansi pada uji *One Way Anova* adalah apabila nilai $p < 0,05$ dan tidak signifikan apabila nilai $p > 0,05$. Pada Tabel 5. nilai $p=0,000$ sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata daya lenting dari keempat kelompok tersebut berbeda.

DISKUSI

Hasil uji parametrik *Paired Sample T-test* dan *One Way Anova* menunjukkan adanya perubahan yang bermakna antara temperatur dan daya lenting kawat ortodontik *stainless steel finger spring* yang diberi perlakuan netral, dingin, panas dan campuran dingin dan panas sehingga pemberian temperatur yang berbeda beda setiap 1 menit selama 7 minggu dalam pH saliva netral akan mempengaruhi daya lenting kawat ortodontik *stainless steel finger spring*.

Perbedaan yang bermakna ini disebabkan oleh adanya difusi oksigen ke dalam logam campuran (*alloy*) karena adanya peningkatan suhu. Oksigen yang masuk ke dalam kawat *stainless steel* akan mempercepat terjadinya korosi. Korosi tersebut akan menurunkan performa kawat termasuk turunya daya lenting.⁸

Pemberian temperatur netral pada kawat *stainless steel finger spring* tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna dari sebelum diberi perlakuan dan sesudah diberi perlakuan. Keadaan ini kemungkinan dikarenakan proses korosi yang terjadi pada pH netral dan temperatur normal baru mulai terlihat pada minggu ke-7 sehingga korosi yang terjadi pada kawat *stainless steel* masih kecil sekali dan tidak menyebabkan pengaruh yang bermakna pada perubahan daya lenting. Penurunan daya lenting yang terjadi pada temperatur normal ini disebabkan karena ion klorida dalam saliva buatan dapat merusak lapisan oksida pada permukaan kawat sehingga mengakibatkan terjadinya pelepasan ion logam.⁶ *Finger spring* yang diberi perlakuan temperatur dingin menunjukkan perbedaan yang bermakna terhadap

perubahan daya lenting. Peningkatan daya lenting ini dikarenakan temperatur dingin yang diberikan ke logam akan menyebabkan laju korosi dari logam turun sehingga kawat *stainless steel* menjadi lebih tahan terhadap korosi.⁹ *Finger spring* pada temperatur panas memiliki rerata penurunan daya lenting yang paling tinggi dikarenakan terjadi korosi yang tinggi juga pada temperatur panas. Hal tersebut dikarenakan peningkatan temperatur akan menurunkan resistensi terhadap korosi pada kawat. Pada umumnya *stainless steel* akan membentuk sebuah lapisan tipis yaitu *protective layer* yang berasal dari kromium yang secara spontan akan menjadi pelindung kawat dari korosi.¹⁰ *Protective layer* yang dapat terbentuk akan rusak karena kenaikan temperatur sehingga elektron dari logam akan mudah larut dan terjadi korosi selain itu difusi oksigen ke dalam logam juga akan mempercepat korosi.¹¹ Pada *finger spring* yang diberikan temperatur panas lalu dingin tidak mengalami perubahan daya lenting yang bermakna. Keadaan ini kemungkinan disebabkan oleh temperatur panas yang dapat menurunkan kekuatan *stainless steel*, kemudian temperatur dingin akan mengembalikan kekuatan *stainless steel* menjadi normal kembali karena temperatur dingin dapat meningkatkan kekuatan dari *stainless steel*.

Salah satu karakteristik dari *stainless steel* adalah memiliki kepadatan yang tinggi,¹² berbeda dengan kawat *Nikel Titanium* yang memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dari *stainless steel* sehingga memiliki elastisitas yang lebih tinggi juga.¹³ Jadi perubahan yang terjadi pada daya lenting kawat ortodontik *stainless steel finger spring* disebabkan oleh korosi yang diakibatkan oleh naiknya temperatur bukan dari sifat elastisitas kawat seperti pada kawat

nikel titanium sehingga dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa daya lenting kawat ortodontik *stainless steel finger spring* akan turun ketika terkena temperatur yang tinggi.

SIMPULAN

Perendaman kawat ortodontik *stainless steel finger spring* di dalam saliva buatan dan diberikan perlakuan temperatur panas setiap hari selama 1 menit dapat menyebabkan penurunan daya lenting. Kenaikan temperatur (temperatur tinggi) dapat merusak *protective layer* kawat *stainless steel* yang dapat mempercepat terjadinya korosi sehingga berpengaruh menurunkan daya lenting.

Disarankan penelitian lebih lanjut untuk melakukan pengamatan terhadap pengaruh temperatur panas terhadap daya lenting kawat dengan rentang waktu yang berbeda-beda. Selain itu juga dapat dilakukan penelitian terhadap kawat yang telah diberi perlakuan temperatur dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat korositasnya. Hasil penelitian tersebut juga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk mengurangi konsumsi minuman dengan temperatur tinggi pada pasien yang sedang menggunakan alat ortodontik lepasan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pluhari, BS. *Orthodontic Principles and Practice*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd. 2011.
2. Cobourne, MT & DiBiase, AT. *Hand Book of Orthodontics*. America: Mosby Elsevier. 2010.
3. Singht, G. *Textbook of Orthodontic*. Malaysia: Unipress Publishing. 2008.
4. Rondelli, G., Vicentini, B. *Evaluation by Electrochemical Tests of the Passive Stability of*

- Equiatomic Ni-Ti Alloy Also in Presence of Stress Induced Martensite. *J Biomedical Material Res*, 2000; 51: 47-54.
5. Sumarji. Studi Perbandingan Ketahanan Korosi *Stainless Steel* Tipe ss 304 dan ss 201 Menggunakan Metode *U-Bend Test* Secara Siklik dengan Variasi Suhu dan pH. *ROTOR*, 2011; 4: 1–8.
 6. Rasyid, NI, Pudyani, PS & Heryumani, J. Pelepasan Ion Nikel dan Kromium Kawat *Australis Stainless Steel* dalam Saliva Buatan. *Dental Journal*, 2014: 168.
 7. Kapila, S. dan Sachdeva, R Mechanical Property and Clinical Application of Orthodontic Wire. *Am. J. Ortod. Dentofac. Orthop*, 1998; 96 (2): 100-109.
 8. Pakshir, M., Bagheri, T. & Kazemi, M.R. In Vitro Evaluation of the Electrochemical Behavior of *Stainless Steel* and Ni-Ti Orthodontic Archwires at Different Temperatures. *Eur J Orthod*, 2013; 35 (4): 407-13.
 9. Mardhani, I. & Harmami. Pengaruh Suhu terhadap Korosi Baja SS 304 dalam Media 1M HCL dengan Adanya Inhibitor Kinina. *Jurnal Sains Dan Seni POMITS*, 2013; 2 (2): C-76-78
 10. House, K., Sernetz, F., Dymock, D., Sandi, J. & Ireland, A. Corrosion of Orthodontic Appliance-Should We Care? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008; 133 (4): 584-92.
 11. Ridwan, F. *Basic Corrosion Engineering*. Pekanbaru: Petroleum Engineering PT CPI. 1993.
 12. Singer, F. L. & Andrew, P. *Ilmu Kekuatan Bahan (Teori Kokoh Strength of Material) edisi II, alih bahasa Dawin Sebayang*. Jakarta: Erlangga. 1995.
 13. Rucker, BK. & Kusy, RP. Elastic Flexural Properties of multistranded *Stainless Steel* Versus Conventional Nickel Titanium Archwires. *Angle Orthodontic*, 2002; 72 (4): 302-9.