

The Effect of Temperature To Resilient Stainless Steel Finger Spring Wire

Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Lenting Kawat Stainless Steel Finger Spring

Justika Oktavia¹, Tita Ratya Utari²

¹PSPDG FKIK UMY, ²Bagian Ortodonsia PSPDG FKIK UMY

Abstract

Removable orthodontic appliances have 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 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, the control group, consist of finger springs put at a given 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. 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.

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.

Key words : Finger spring, Resilience, Tension gauge

Abstrak

Alat ortodontik lepasan memiliki komponen aktif yang membantu menggerakkan gigi. *Finger spring* adalah salah satu komponen aktif yang paling banyak digunakan. *Finger spring* dibuat dengan kawat ortodontik *stainless steel* tipe *austenitic* dengan diameter 0,6 mm.

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 adalah kelompok kontrol dimana *finger spring* diberi temperatur 37°C, kelompok 2 adalah kelompok dengan pemberian temperatur 15°C, kelompok 3 adalah kelompok dengan pemberian temperatur 65°C, dan kelompok 4 adalah kelompok 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*.

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.

Kata kunci : *Finger Spring*, Daya Lenting, *Tension gauge*

Pendahuluan

Maloklusi adalah ketidaknormalan oklusi yang biasa terjadi pada oklusi normal yang paling sering disebabkan oleh ketidaksesuaian ukuran rahang dengan lengkung gigi. Dibutuhkan perawatan ortodontik untuk mengatasi terjadinya maloklusi tersebut agar dapat kembali normal¹.

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 aktif². 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 faktor-faktor seperti temperatur, kualitas dan kuantitas saliva, plak, pH, protein, dan makanan atau minuman³. 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 cepat⁴.

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-49⁵. Korosi pada kawat *stainless steel* dalam rongga mulut akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas dan kekuatan kawat karena berkurangnya elastisitas dan deformasi permanen dari kawat tersebut⁶. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap daya lenting kawat ortodontik *stainless steel finger spring*.

Metode

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). Jumlah 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). Kriteria inklusi adalah kawat *stainless steel finger spring* diameter 0,6 mm dalam bentuk *finger spring* yang tertanam didalam plat akrilik. Kriteria eksklusi adalah *finger spring* dengan diameter yang tidak sama dengan 2 mm.

Sebagai variabel bebas adalah saliva buatan dengan temperatur 15°C, 37°C, dan 65°C dan variabel terikat adalah daya lenting kawat ortodontik *stainless steel finger spring*. Variabel tak terkontrol yakni temperatur ruangan dan variabel yang dapat dikendalikan adalah Jenis kawat ortodontik *stainless steel* diameter kawat ortodontik *stainless*

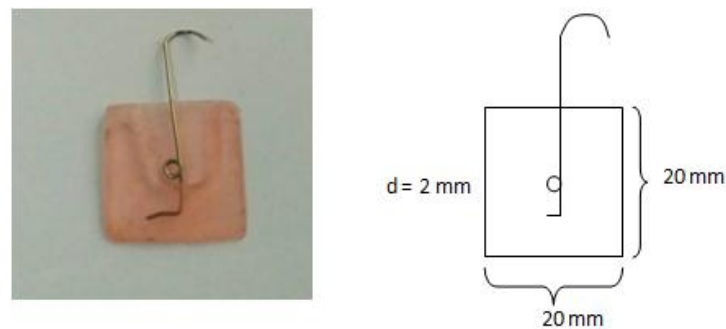
steel, aktivasi *finger spring*, ukuran diameter koil, panjang lengan *finger spring*, temperatur saliva buatan, *tension gauge*, cara pengukuran, dan waktu perendaman.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan mengaktifkan *finger spring* kedalam posisi aktif (gambar 2). Kemudian melakukan pengukuran *pre test* pada ke 20 sampel dengan menggunakan alat pengukur daya lenting yaitu *tension gauge* (gambar 3), selanjutnya sampel dimasukkan kedalam 4 gelas ukur sesuai dengan kelompok perlakuan masing-masing dan diberikan saliva buatan untuk merendamnya. 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. Pelakuan diberikan kepada masing-masing kelompok selama 1 menit dan diulang setiap hari sampai 49 hari. Kelompok kontrol tidak diberikan pelakuan apapun hanya didiamkan didalam inkubator selama 49 hari. Pengukuran *post test* daya lenting dilakukan setelah penelitian selesai dan dilakukan uji statistika.

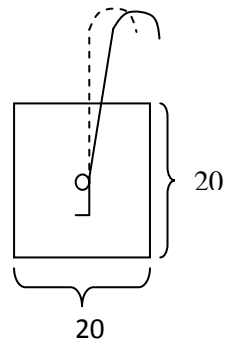
Analisa data yang digunakan adalah uji normalitas *shapiro wilk*. Apabila data normal maka dilanjutkan dengan uji parametrik *paired sampel t-test* untuk masing-masing kelompok dan *one way ANOVA* untuk setiap kelompok.

Hasil Penelitian

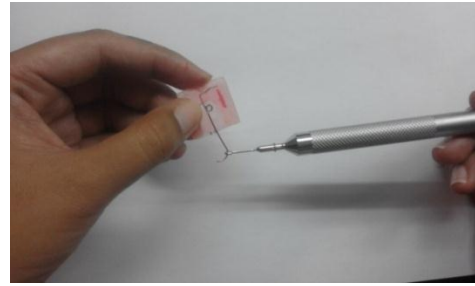
Hasil pengukuran *pre test*, *post test*, dan selisih daya lenting pada semua kelompok diperlihatkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 tampak bahwa selisih rata-rata daya lenting kelompok kontrol mengalami penurunan 0,000024 N, pada kelompok perlakuan dingin menalami kenaikan 0,0006 N, pada kelompok perlakuan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



Gambar 1. Sampel *finger spring* sebelum diaktivasi



Gambar 2. Finger spring setelah diaktivasi



Gambar 3. Cara pengukuran daya lenting

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 menunjukkan hasil uji normalitas pengaruh temperatur terhadap daya lenting kawat. Dapat dilihat bahwa hasil uji Shapiro wilk menunjukkan bahwa terdapat 5 data yang 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 Sweekness dan Kurtosis dibagian data deskriptif.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Uji Normalitas Daya Lenting (N)	Kelompok	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	pValue
Pre Test	37°C	.684	5	.006
	15°C	.684	5	.006
	65°C	.684	5	.006
	15°C65°C	.552	5	.000
Post Test	15°C	.770	5	.045
	65°C	.684	5	.006
	15°C65°C	.684	5	.006

Tabel 3 menunjukkan hasil uji *Sweekness* 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 diantara +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 diantara +1,96 dan -1,96. Sehingga dapat dilakukan uji parametrik *Paired Sampel T-Test* dan *One Way Anova*.

Tabel 3. Hasil Uji Skewness dan Kurtosis

	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis		
	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Pre Test	.000	.442	.512	-2.018	.992
Post Test	.000	-.606	.512	-.526	.992
Valid N (listwise)					

Uji statistik data yang pertama digunakan adalah *Paired Sampel T-test* yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai sebelum dan sesudah sampel diberikan perlakuan. Tabel 4 menunjukkan hasil uji *Paired Sampel T-test*.

Tabel 4. Hasil Uji Paired Sampel T-Test

Uji Statistik	T	Df	pValue
---------------	---	----	--------

Paired Sampel T-Test				
Kelompok 1	Pre Test - Post Test	1.632	4	.177
Kelompok 2	Pre Test - Post Test	-3.162	4	.034
Kelompok 3	Pre Test - Post Test	1.700	4	.000
Kelompok 4	Pre Test - Post Test	-1	4	.373

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.

Tabel 5. Hasil Uji One Way Anova

Uji Statistik <i>One Way Anova</i>	Mean Square	F	pValue
Between Groups	.000	35.090	.000
Within Groups	.000		
Total			

Uji Selanjutnya adalah *One Way ANOVA* untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan dari semua kelompok. Tabel 5 menunjukkan hasil uji *one way ANOVA*. Tabel 5 adalah 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 memang berbeda.

Pembahasan

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 kedalam logam campuran (*alloy*) karena adanya peningkatan suhu. Oksigen yang masuk kedalam kawat *stainless steel* akan mempercepat terjadinya korosi. Korosi tersebut akan menurunkan performa kawat termasuk turunnya daya lenting⁸.

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 logam⁶. *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 korosi⁹. *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 korosi¹⁰. *Protective layer* yang dapat terbentuk akan rusak karena kenaikan temperatur sehingga elektron dari logam akan mudah larut dan terjadi korosi selain itu difusi oksigen kedalam logam juga akan mempercepat korosi¹¹. 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 tinggi¹², berbeda dengan kawat *Nikel Titanium* yang memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dari *stainless steel* sehingga memiliki elastisitas yang lebih tinggi juga¹³. 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.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perendaman kawat ortodontik *stainless steel finger spring* didalam saliva buatan dan diberikan perlakuan temperatur panas setiap hari selama 1 menit dapat menyebabkan penurunan daya lenting.
2. Perendaman kawat ortodontik *stainless steel finger spring* didalam saliva buatan dan diberi perlakuan temperatur dingin setiap hari selama 1 menit dapat menyebabkan kenaikan daya lenting.
3. Temperatur tinggi dapat merusak *protective layer* kawat *stainless steel* yang dapat menurunkan daya lentingnya.

Saran

Dari penelitian di atas, 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.

Daftar Pustaka

1. Pluhari, B. S. (2011). *Orthodontic Principles and Practice*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd.
2. Cobourne, M. T., & DiBiase, A. T. (2010). *Hand Book of Orthodontics*. America: Mosby Elsevier.
3. Singht, G. (2008). *Textbook of Orthodontic*. Malaysia: Unipress Publishing
4. Rondelli, G., Vicentini, B. (2000). Evaluation by electrochemical tests of the passive stability of equiatomic Ni-Ti alloy also in presence of stress induced martensite . *Journal of Biomedical Material Research*, 51 : 47 – 54.
5. Sumarji, 2011. 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*, 4, pp.1–8.
6. Rasyid, N. I., Pudyani, P. S., & Heryumani, J. (2014). Pelepasan Ion Nikel dan Kromium Kawat Australis Stainless Steel dalam Saliva Buatan. *Dental Journal* , 168.
7. Kapila, S., dan Sachdeva, R (1998). Mechanical Property and Clinical Application of Orthodontic Wire. *Am. J.Ortod. Dentofac. Orthop* 96 (2) 100-109.
8. Pakshir, M., Bagheri, T. & Kazemi, M.R., 2013. In vitro evaluation of the electrochemical behavior of stainless steel and Ni-Ti orthodontic archwires at different temperatures. , 35, pp.407–413.
9. Mardhani, I., & Harmami. (2009). Pengaruh Suhu Terhadap Korosi Baja SS 304 dalam Media 1M HCL dengan Adanya Inhibitor Kinina *DigilibITS*.
10. House, K., Sernetz, F., Dymock, D., Sandi, J., & Ireland, A. (2008). Corrosion of Orthodontic Appliance-Should We Care? *Journal Orthodontic Dentofacial* .
11. Ridwan, F. (1993). *Basic Corrosion Engineering*. Pekanbaru: Petroleum Engineering PT CPI.
12. Singer, F. L., & Andrew, P. (1995). *Ilmu Kekuatan Bahan (Teori Kokoh Strenght of Material) edisi II, alih bahasa Dawin Sebayang* . Jakarta: Erlangga.
13. Rucker, B. K., & Kusy, R. P. (2002). Elastic flexural properties of multistranded stainless steel versus conventional nickel titanium archwires. *Angle Orthodontic* , Aug : 72 (4) : 302-9.