

PERBANDINGAN BESAR GAYA ROTATING SPRING BUATAN PABRIK DAN TANGAN PADA TEKNIK BEGG

Trio Wijayanto*, Heryumani. S **, dan Christnawati **

*Program Studi Ortodonsia, Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

**Bagian Ilmu Ortodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRAK

Koreksi rotasi diantara gigi-gigi adalah salah satu syarat pertama pada perawatan ortodontik teknik Begg, rotasi dapat menimbulkan gesekan antara braket dan *archwire*, penggunaan *rotating spring* membantu mengoreksi gigi-gigi yang rotasi. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari a. Perbedaan besar gaya rotasi *rotating spring* buatan pabrik dan tangan, *clockwise* dan *counter-clockwise*, diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci; b. interaksi antara faktor buatan pabrik, buatan tangan (cara pembuatan) dan *clockwise counter-clockwise* (arah); faktor cara pembuatan dan diameter, faktor arah dan diameter, faktor cara pembuatan, arah, dan diameter.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratories. Penelitian ini menggunakan tiga puluh *rotating spring* buatan pabrik dan tiga puluh *rotating spring* buatan tangan yang terbagi menjadi dua belas kelompok masing-masing kelompok terdiri dari lima sampel. Masing-masing *rotating spring* diukur besar gayanya menggunakan alat *tensile testing machine*. Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan analisis variansi 3 jalur.

Hasil penelitian ini menunjukkan: bahwa terdapat perbedaan besar gaya *rotating spring* diameter 0.012, 0.014, 0.016 inci antara buatan pabrik dan tangan sedangkan yang lainnya tidak terdapat perbedaan. Kesimpulan: 1. Tidak terdapat perbedaan besar gaya *rotating spring* antara buatan pabrik dan buatan tangan; 2. Tidak terdapat perbedaan besar gaya *rotating spring clockwise dan counter-clockwise*; 3. Gaya *rotating spring* yang terkecil pada diameter 0,012 inci, diikuti oleh diameter 0,014 inci, dan yang terbesar dengan diameter 0,016 inci.

Kata kunci: *Rotating spring*, gaya, cara pembuatan

ABSTRACT

Correction of tooth rotation is one the first steps in Begg's orthodontic technique, friction between archwire and bracket occurs when rotated tooth is being corrected, rotating spring is used to correct the rotated teeth. The purpose of this study was to determine: a. the difference of the amount of rotating force between hand made and fabricated rotating springs, counter-clockwise and clockwise rotating springs, which diameter are 0.012, 0.014, and 0.016 inch. b. interaction between factors which are hand made and fabricated (in the way they are made) and the direction of the rotating spring whether they are clockwise or counter-clockwise; the factor of how they are made and the size of wire being used, the factor of direction and the size of wire being used, the factor of how they are made and the size of wire being used and direction of the rotating spring

This was an experimental laboratory study. This study was used 30 handmade and 30 fabricated rotating springs and divided into 12 groups, each group consist of 5 springs. The force amount of rotating springs were calculated using tensile testing machine, and analyzed with 3 tail ANOVA.

The results of this study showed that there were differences between rotating force of hand made and fabricated rotating spring which diameter are 0.012, 0.014, and 0.016 inch, but the other factors showed insignificant results. Summaries: 1. There were no differences between rotating force of handmade and fabricated rotating springs; 2. There were no differences between rotating force handmade counter-clockwise and clockwise rotating springs; 3. The lightest rotating force is 0,012 inch, followed by 0.014 and the heaviest were 0.016 inch rotating springs.

Keyword: *rotating spring*, force, hand made

PENDAHULUAN

Perawatan ortodontik bertujuan untuk memperbaiki susunan gigi yang tidak teratur, koreksi rotasi gigi, koreksi hubungan interinsisal, serta mempertahankan kesehatan jaringan pendukung gigi dan kedudukan gigi, sehingga diperoleh estetika wajah yang baik dan hasil akhir perawatan yang stabil¹. Pergerakan gigi adalah dasar dari perawatan ortodontik, dan untuk dapat melakukan hal tersebut diperlukan suatu alat ortodontik agar dapat mengembalikan posisi gigi abnormal ke posisi yang normal sesuai dengan oklusinya¹.

Teknik Begg di desain khusus menggunakan braket dengan *slot* vertikal, *archwire* berpenampang bulat, dan pengikatan *archwire* menggunakan pin. Williams dkk. (1995) mengemukakan braket yang digunakan pada teknik Begg memiliki *slot* yang sempit sehingga sangat sulit untuk mengoreksi gigi yang rotasi. Koreksi rotasi diantara gigi-gigi adalah syarat pertama pada perawatan ortodontik, rotasi dapat menimbulkan gesekan antara braket dan *archwire* sehingga akan mengganggu *sliding* dan keseimbangan *anchorage* apabila elastik kelas II digunakan, oleh karena itu dibutuhkan *auxiliary spring/rotating spring* untuk membantu mengoreksi gigi-gigi yang rotasi². *Rotating spring* terdiri dari 2 bentuk yaitu *clockwise* yang digunakan untuk koreksi gigi rotasi searah jarum jam dan *counter-clockwise* untuk koreksi gigi rotasi berlawanan arah jarum jam³.

Rotating spring dengan diameter kawat 0,012 inci untuk koreksi rotasi gigi insisivus, diameter kawat 0,014 koreksi rotasi gigi kaninus, dan 0,016 inci untuk koreksi rotasi gigi premolar³. Pemilihan diameter kawat *rotating spring* yang digunakan harus dipertimbangkan agar sesuai tujuan perawatan, sehingga efektivitas *rotating spring* dapat diandalkan untuk mencapai tujuan⁴. Efektivitas yang dimaksudkan dalam perawatan ortodontik adalah menghasilkan kecepatan pergerakan gigi maksimal dengan kerusakan akar gigi, ligamen periodontal, dan tulang alveolar yang minimal^{5,6}. *Rotating spring* buatan pabrik tersedia dalam bentuk "*clockwise*" dan "*counter-clockwise*" dengan 2 koil, panjang lengan aktif 3,8 mm, diameter koil 1,5 mm, diameter kawat 0,012 inci – 0,016 inci, dijual dalam setiap pak berisi 10 buah⁷.

Rotating spring dapat secara individual atau manual (buatan tangan) dibuat dari kawat *stainless steel* 0,012; 0,014 atau 0,016 inci⁸. Pembuatan *rotating spring* dari kawat *stainless steel* lurus menghasilkan *rotating spring* dalam jumlah banyak yang harganya jauh lebih murah dari pada *rotating spring* buatan pabrik. *Rotating spring* buatan tangan dapat menjadi pilihan yang sangat ekonomis dalam perawatan ortodontik. John (2006) *human factor* (faktor manusia) menjadi kunci keberhasilan pada suatu pekerjaan merupakan faktor yang mengacu pada setiap masalah yang mempengaruhi pendekatan dan kemampuan individual untuk melaksanakan tugas dalam pekerjaannya.

Manusia merupakan makhluk yang tidak dapat terlepas dari kekurangan, oleh karena itu ada beberapa hambatan yang dapat mempengaruhi fungsi sebagai salah satu penentu dari hasil kerja¹⁰. Faktor keterampilan tangan merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan *rotating spring* secara manual agar diperoleh hasil yang hampir sama dengan buatan pabrik sehingga dapat digunakan dalam perawatan ortodontik.

Tujuan penelitian ini untuk mempelajari 1. Perbedaan besar gaya rotasi *rotating spring* buatan pabrik dan tangan; 2. Perbedaan besar gaya rotasi *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise*; 3. Perbedaan besar gaya rotasi *rotating spring* diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci; 4. Kombinasi pengaruh antara buatan pabrik, buatan tangan dan *clockwise, counter-clockwise*; 5. Kombinasi pengaruh antara buatan pabrik, buatan tangan dan diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci; 6. Kombinasi pengaruh antara *clockwise, counter-clockwise* dan diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci; 7. Kombinasi pengaruh antara buatan pabrik, buatan tangan, *clockwise, counter-clockwise*, dan diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian ini menggunakan 30 *rotating spring* buatan pabrik dan 30 *rotating spring* buatan tangan yang terbagi menjadi 12 kelompok masing-masing kelompok terdiri dari 5 sampel. Pipa *stainless steel* diameter 0,5 mm, panjang 2,5 mm dipatri pada *matric band* lebar 4,5 mm, panjang 10 mm kemudian direkatkan pada papan mika tebal 2 mm, panjang 50 mm, lebar

25 mm. Kelompok buatan pabrik dipersiapkan masing-masing 5 *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise* dengan diameter kawat 0,012; 0,014 dan 0,016 inci (total 30 *rotating spring*). Kelompok buatan tangan dibuat masing-masing 5 *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise* dengan karakteristik sama dengan buatan pabrik dengan diameter kawat 0.012; 0,014 dan 0,016 inci (total 30 *rotating spring*).

Papan mika difiksasi pada meja *tensile testing machine*. Besar gaya diukur dalam satuan gram. Satu per satu *rotating spring* dipasang pada pipa *stainless steel*, basis dari *rotating spring* ditekuk sehingga sudut antara basis dan lengan aktif adalah 90 derajat, angka pada *display* pengamat atas harus nol. Bilah diturunkan untuk menekan lengan aktif *rotating spring* sampai lengan aktif sejajar dengan basis. Waktu untuk menguji masing-masing *rotating spring* 2 detik.

Uji Analisis variansi tiga jalur digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui a. perbedaan gaya rotasi *rotating spring* antara buatan pabrik dan tangan, b. perbedaan gaya rotasi *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise*, c. perbedaan gaya rotasi *rotating spring* antara diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci, d. interaksi antara buatan pabrik buatan tangan dan *clockwise counter-clockwise*, e. interaksi antara buatan pabrik buatan tangan dan diameter, f. interaksi antara *clockwise, counter-clockwise* dan diameter, g. interaksi antara buatan pabrik, buatan tangan, *clockwise counter-clockwise*, dan diameter.

HASIL PENELITIAN

Lima belas *rotating spring clockwise* 0.012, 0.014, 0.016 inci buatan pabrik terbagi menjadi 3 kelompok dan masing-masing kelompok terdiri dari 5 *rotating spring*, 15 *rotating spring counter-clockwise* 0.012, 0.014, 0.016 inci buatan pabrik terbagi menjadi 3 kelompok dan masing-masing kelompok terdiri dari 5 *rotating spring*, 15 *rotating spring clockwise* 0.012, 0.014, 0.016 inci buatan tangan terbagi menjadi 3 kelompok masing-masing kelompok terdiri dari 5 *rotating spring*, dan 15 *rotating spring counter-clockwise* 0.012, 0.014, 0.016 inci buatan tangan terbagi menjadi 3 kelompok masing-masing kelompok terdiri dari 5 *rotating spring*.

Uji normalitas data (Shapiro Wilk test)

dan uji homogenitas variansi dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Rangkuman uji normalitas (Shapiro Wilk) data hasil pengukuran besar gaya *rotating spring clockwise, counter-clockwise* 0.012, 0.014, 0.016 inci antara buatan pabrik dan tangan (p>0,05).

Variabel	df	p
<i>Clockwise</i> , buatan pabrik, □ 0.012”	5	0.377
<i>Clockwise</i> , buatan pabrik, □ 0.014”	5	0.685
<i>Clockwise</i> , buatan pabrik, □ 0.016”	5	0.329
<i>Clockwise</i> , buatan tangan, □ 0.012”	5	0.492
<i>Clockwise</i> , buatan tangan, □ 0.014”	5	0.332
<i>Clockwise</i> , buatan tangan, □ 0.016”	5	0.976
<i>Counter- Clockwise</i> , buatan pabrik, □ 0.012”	5	0.758
<i>Counter- Clockwise</i> , buatan pabrik, □ 0.014”	5	0.111
<i>Counter- Clockwise</i> , buatan pabrik, □ 0.016”	5	0.742
<i>Counter- Clockwise</i> , buatan tangan, □ 0.012”	5	0.928
<i>Counter- Clockwise</i> , buatan tangan, □ 0.014”	5	0.899
<i>Counter- Clockwise</i> , buatan tangan, □ 0.016”	5	0.419

Keterangan: df: Derajat bebas; p: Kemaknaan

Tabel 3. Hasil uji homogenitas variansi besar gaya *rotating spring clockwise, counter-clockwise* 0.012, 0.014, 0.016 inci antara buatan pabrik dan tangan.

Variabel	df1	df2	p
<i>Rotating spring Clockwise, Counter-clockwise</i> buatan pabrik dan tangan diameter 0.012, 0.014, 0.016”.	11	48	0.613

Keterangan:

df1 : Derajat bebas 1

df2 : Derajat bebas 2

p : Kemaknaan (P>0,05)

Dilihat pada tabel 2 dan 3 semua data memiliki signifikansi p>0,05 berarti data berdistribusi normal dan mempunyai varian yang sama, oleh karena itu dapat dilakukan Uji Analisis variansi tiga jalur (tabel 4).

Tabel 4. Rangkuman uji Analisis variansi tiga jalur besar gaya *rotating spring Clockwise* dan *Counter-clockwise* antara buatan pabrik dan tangan diameter 0.012, 0.014, dan 0.016 inci.

Variabel	df	p
<i>Clockwise, Counter-clockwise</i>	1	0.095
Buatan pabrik dan tangan	1	0.885
0.012, 0.014, 0.016 inci	2	0.000 ***
<i>Clockwise, Counter-clockwise</i> ; Buatan pabrik dan tangan	1	0.809
<i>Clockwise, Counter-clockwise</i> ; 0.012, 0.014, 0.016 inci	2	0.126
Buatan pabrik dan tangan; 0.012, 0.014, 0.016 inci	2	0.821
<i>Clockwise, Counter-clockwise</i> ; Buatan pabrik dan tangan; 0.012, 0.014, 0.016 inci	2	0.836

Keterangan:

*** : Sangat bermakna

df : derajat bebas

p<0,05

Tabel 4 menunjukkan semua hasil analisis variansi tiga jalur semua tidak bermakna kecuali faktor diameter kawat yang menunjukkan hasil bermakna, oleh karena faktor diameter kawat berpengaruh signifikan maka perlu dilakukan uji *multiple comparisons* (tabel 5).

Tabel 5. Uji *multiple comparisons* gaya *rotaring spring* diameter kawat 0.012, 0.014, dan 0.016 inci.

Variabel	p
□ 0.012 inci dan □ 0.014 inci	0.000 ***
□ 0.012 inci dan □ 0.016 inci	0.000 ***
□ 0.014 inci dan □ 0.016 inci	0.000 ***

Keterangan: ***Sangat bermakna P<0,05

Tabel 5 terdapat perbedaan gaya *rotaring spring* yang sangat bermakna pada kawat yang digunakan oleh *rotating spring Clockwise*, *Counter-clockwise* baik buatan pabrik maupun buatan tangan diameter 0.012 dan 0.014; 0.012 dan 0.016; dan 0.014 dan 0.016.

PEMBAHASAN

Penelitian ini membandingkan besar gaya *rotating spring* antara buatan pabrik dan tangan. *Rotating spring clockwise dan counter-clockwise* buatan pabrik dari bahan *stainless steel* diameter 0.012, 0.014, 0.016 inci panjang lengan aktif *rotating spring* adalah 3,8 mm, diameter koil 1,5 mm, dan 2 koil sedangkan *rotating spring clockwise dan counter-clockwise* buatan tangan diameter 0.012, 0.014, 0.016 inci dibuat dari kawat lurus dengan diameter kawat, panjang lengan aktif, besar sudut, panjang basis, diameter koil dan jumlah koil dibuat sama dengan buatan pabrik.

Besar gaya *rotating spring* dipengaruhi oleh besar sudut lengan aktif terhadap basis, diameter koil⁸, serta penempatan bilah pengukur pada lengan aktif *rotating spring* yaitu jarak dari koil ke bilah pengukur yang berbeda dapat mempengaruhi besar gaya, karena panjang lengan juga mempengaruhi gaya yang dihasilkan. Brantley (2001) menyatakan jenis kawat *stainless steel* mempunyai sifat *springback* yaitu defleksi elastik maksimal atau rentang aktivasi dan *stiffness* yang menunjukkan nilai beban defleksi, sifat tersebut menentukan besar gaya yang dihasilkan oleh suatu kawat. Hasil pengukuran besar gaya yang diperoleh dalam penelitian ini (lampiran 1) masih dalam batasan

gaya optimal sesuai dengan pendapat Proffit dan Fields (1993), bahwa besar gaya optimal untuk pergerakan *tipping* dan rotasi sebesar 50 – 75 gram.

Iwasaki dkk. (2003) menyatakan bahwa keefektifan gerakan gigi dapat dihasilkan oleh gaya yang ringan, sementara gaya yang besar tidak selalu menyebabkan pergerakan gigi lebih cepat karena pada gaya lebih besar dari 100 gram akan terjadi fase diam sebelum gigi bergerak. Gaya kontinyu sebesar 18 sampai 60 gram, merupakan gaya ringan untuk mendapatkan lingkungan non-nekrotik selama pergerakan gigi, tidak menyebabkan fase diam dan menghasilkan pergerakan gigi sebesar 0,87 – 1,27 mm/bulan. Ren dkk. (2004) menyimpulkan bahwa kecepatan maksimum pergerakan gigi adalah 0,23 – 0,30 mm per minggu dengan gaya rata-rata 70 - 80 gram.

Panjang lengan aktif *rotating spring* diukur dari koil sampai dengan *hook* adalah 3,8 mm. Proffit dan Fields (1993), menyatakan bahwa penambahan panjang suatu kawat akan meningkatkan daya pegas. Swain dan Ackerman. (1969), menyatakan bahwa semakin panjang lengan aktif akan semakin meningkatkan fleksibilitas, namun akan mengurangi gaya yang dihasilkan.

Rotating spring dibuat dengan 2 koil melingkar penuh dengan diameter koil 1,5 mm. Jarabak dan Fizzel (1963) menyatakan bahwa kawat tambahan untuk membentuk koil akan mengurangi gaya yang dihasilkan dan meningkatkan jangkauan aktivasi. Dikatakan bahwa diameter koil *rotating spring* yang besar akan meningkatkan fleksibilitas karena memerlukan lebih banyak kawat, namun mengurangi gaya yang dihasilkan¹³. Ramos dkk. (1979) mengemukakan diameter koil lebih kecil dari 1,98 mm (0,078 inci) menghasilkan gaya yang lebih besar dibandingkan dengan diameter koil 2,49 mm (0,098 inci). Semakin banyak koil dan semakin besar diameter koil akan mengurangi beban defleksi.

Perbandingan besar gaya antara *rotating spring* buatan pabrik dan tangan dalam uji analisis variansi tiga jalur untuk faktor cara pembuatan (buatan pabrik dan tangan) menunjukkan hasil yang tidak berbeda bermakna (p<0,05) (tabel 4) hal ini disebabkan karena dalam pembuatan *rotating spring* buatan tangan peneliti menggunakan teknik *wire bending* yang

benar sesuai buku *wire bending technique* oleh Nakajima (2010) dan pembuatan *rotating spring* dalam penelitian ini dibuat sama dengan buatan pabrik yaitu menggunakan 2 koil, panjang lengan aktif 3,8 mm, dan diameter koil 1,5 mm. Dikatakan bahwa untuk melakukan pekerjaan *wire bending* yang baik, ortodontis harus memilih tang yang paling cocok untuk dirinya sendiri, cara memegang tang serta cara menekuk kawat dengan benar, dan latihan keterampilan tangan secara berulang-ulang akan membuat pekerjaan *wire bending* menjadi mudah dengan hasil yang baik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hipotesis 1: Tidak ada perbedaan besar gaya rotasi *rotating spring* antara buatan pabrik dan tangan dapat diterima.

Hasil uji analisis variansi tiga jalur untuk faktor arah (*clockwise* dan *counter-clockwise*) menunjukkan bahwa besar gaya antara *rotating spring clockwise* dan *rotating spring counter-clockwise* tidak berbeda bermakna ($p < 0,05$), hal ini disebabkan karena pada *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise* hanya berbeda dalam arah penggunaannya. Kesling (1993) menyatakan bahwa *rotating spring clockwise* digunakan untuk koreksi gigi rotasi searah dengan jarum jam sedangkan *rotating spring counter-clockwise* digunakan untuk koreksi gigi rotasi berlawanan arah jarum jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hipotesis 2: Tidak ada perbedaan besar gaya rotasi *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise* dapat diterima.

Hasil uji analisis variansi tiga jalur besar gaya antara *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise* baik buatan pabrik maupun buatan tangan untuk faktor diameter kawat (0.012, 0.014, dan 0.016 inci) terdapat perbedaan yang sangat bermakna, hal ini menunjukkan bahwa diameter kawat mempengaruhi besar gaya *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise* baik buatan pabrik maupun buatan tangan. Perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan besar penampang kawat. Semakin besar penampang kawat akan meningkatkan kekuatan (*strength*), kekenyalan (elastisitas), kekakuan (*stiffness*) dan daya lenting (*resilince*)⁴. Ramos dkk. (1979) menyatakan bahwa penambahan diameter kawat *rotating spring* sebesar 0,002 inci (0,051 mm) akan menghasilkan gaya satu setengah kali lipat. Diameter kawat *rotating spring* hendaknya disesuaikan dengan besar

penampang gigi yang akan dikoreksi supaya mendapatkan hasil yang memuaskan, *rotating spring* dengan diameter kawat 0,012 inci digunakan untuk koreksi rotasi gigi dengan akar kecil misalnya gigi insisivus, sedangkan diameter kawat ukuran 0,014 koreksi rotasi gigi kaninus, dan 0,016 inci digunakan untuk koreksi rotasi gigi premolar³. Marcotte (1990) mengatakan bahwa gaya kontinyu ringan akan mengakibatkan zona semi hialinisasi yang kecil, sehingga proses resorpsi tulang terjadi lebih cepat. Proffit dan Fields (1993) menambahkan, gaya ringan akan menimbulkan respon resorpsi langsung, periode istirahat pendek, dan proses resorpsi akan berjalan terus sepanjang pemberian gaya. Gaya yang lebih besar menyebabkan zona hialinisasi berlebihan sehingga periode resorpsi akan lebih lama¹⁷. Proffit dan Fields (1993) menambahkan bahwa gaya yang besar akan menimbulkan respon resorpsi terhambat, periode istirahat lama, dan hialinisasi sehingga mengakibatkan resorpsi meluas.

Uji *multiple comparisons* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan besar gaya *rotating spring clockwise*, *Counter-clockwise* baik buatan pabrik maupun buatan tangan yang sangat bermakna pada diameter kawat 0.012 dan 0.014; 0.012 dan 0.016; dan 0.014 dan 0.016. Besar gaya terkecil dihasilkan oleh *rotating spring* dengan diameter 0.012 inci kemudian diikuti oleh diameter 0.014 inci, dan besar gaya terbesar dihasilkan oleh *rotating spring* dengan diameter kawat 0.016 inci (tabel 5). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hipotesis 3: Ada perbedaan besar gaya rotasi *rotating spring* antara diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci dapat diterima.

Hasil pengukuran gaya *rotating spring clockwise* dan *counter-clockwise* buatan pabrik dan tangan diameter 0.012, 0.014, 0.016 inci dianalisis menggunakan analisis variansi tiga jalur menunjukkan, tidak terdapat interaksi antara faktor arah (*clockwise* dan *counter-clockwise*) dan cara pembuatan (buatan pabrik dan buatan tangan). Interaksi antara arah (*clockwise* dan *counter-clockwise*) dan diameter kawat (0.012, 0.014, 0.016 inci) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut. Interaksi antara cara pembuatan (buatan pabrik dan buatan tangan) dengan diameter kawat (0.012, 0.014, 0.016 inci) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara kedua

faktor tersebut, kemudian interaksi antara arah (*clockwise dan counter-clockwise*), cara pembuatan (buatan pabrik dan buatan tangan), dan diameter kawat (0.012, 0.014, 0.016 inci) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi, hal ini disebabkan oleh karena dalam pembuatan *rotating spring* buatan tangan baik *clockwise dan counter-clockwise* diameter kawat 0.012, 0.014, 0.016 inci dari panjang lengan aktif, jumlah koil, dan diameter koil dibuat sama dengan buatan pabrik.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak terdapat perbedaan besar gaya *rotating spring* antara buatan pabrik dan buatan tangan
2. Tidak terdapat perbedaan besar gaya *rotating spring clockwise dan counter-clockwise*.
3. Gaya *rotating spring* yang terkecil pada diameter 0,012 inci, diikuti oleh diameter 0,014 inci, dan yang terbesar dengan diameter 0,016 inci.
4. Tidak ada interaksi antara buatan pabrik, buatan tangan dan *clockwise, counter-clockwise*.
5. Tidak ada interaksi antara buatan pabrik, buatan tangan dan diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci.
6. Tidak ada interaksi antara *clockwise, counter-clockwise* dan diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci
7. Tidak ada interaksi antara buatan pabrik, buatan tangan, *clockwise, counter-clockwise*, dan diameter kawat 0,012; 0,014; 0,016 inci.

SARAN

1. *Rotating spring* buatan tangan sebaiknya dibuat menurut teknik *wire bending* yang benar supaya didapatkan hasil yang sama dengan buatan pabrik.
2. Penggunaan *rotating spring* buatan tangan dari segi harga lebih ekonomis dari pada buatan pabrik.
3. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut tentang perbandingan besar gaya antara *rotating spring* buatan pabrik dan tangan dengan besar diameter koil yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

1. Williams, K., Cook, A., Isaacson, G., and Thom, R., 1995, *Fixed Orthodontic Appliances*, Butterworth-Heinemann Ltd, Toronto, pp.1-20.
2. Kesling, P.C., 1977, *Begg Orthodontics Theory and Technique*, ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, pp. 91-7.
3. _____, 1993, *Pedoman Tip-Edge dan teknik differential Straight-arch (terj.)*, Ed. 2, Lembaga Kedokteran Gigi AL., Jakarta. h.89-92.
4. Binder, R.E., 2002, Addition of Uprighting and Rotating Springs to Standard Edgewise or Preadjusted Brackets, *J. Clin. Orthod.* 36(5):279-80.
5. Iwasaki, L.R., Beatty, M.W., Randall, J., and Nickel, J.C., 2003, Clinical Investigation Forces and Intraoral Friction During Sliding On a Stainless Steel Archwire, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 123(4):408-15.
6. Ren, Y., Maltha, J.C., Van-Hof, M.A., and Kuijpers-Jagtman, A.M., 2004, Optimum Forces Magnitude For Orthodontic Tooth Movement: A Mathematic Model, *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 72(4):71-7.
7. Anonim, 2005. *Katalog TP. Orthodontic. Inc. USA.* pp. 25-8.
8. Mizrahi, E, 2004, *Orthodontic Pearls: A selection of practical tips and clinical expertise*, Taylor & Francis Group, London, pp. 79-83.
9. John, R. 2006. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, Edisi 3. Erlangga, Jakarta, hal. 16-9.
10. Helander, M., 2001, *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*. London. pp.7-10.
11. Brantley, W.A., 2001, *Orthodontic Material Scientific and Clinical Aspects*, Thieme, Stuttgart, New York, pp.78-84.
12. Proffits, W.R. and Fields, H.W., 1993, *Cotemporary Orthodontic*, ed., Mosby year Book, St. Louis. pp. 175-200.
13. Swain, B.F., and Ackerman, J.L., 1969, An evaluation of the Begg technique, *Am. J. Orthod.*, 55:668-687.
14. Jarabak, J.R. and Fizzel, J. A., 1963, *Technique and treatment with light wire appliance*, The C.V. Mosby Company, St. Louis, p.259.
15. Ramos, D.F., Weimer, A.D., and Hanna, M., 1979, A study of The Forces Prduced by Various Preformed Uprighting Springs, *Am. J. Orthod.*, 76(6):637-45.
16. Nakajima, E., 2010, *Manual of Wire Bending Techniques*, Quintessence Publishing Co, Inc, Tokyo, p.1-37.
17. Marcotte, M.R., 1990, *Biomechanics in orthodontics*, B.C. Decker Inc., Philadelphia, pp.55-9.