

PERBANDINGAN BESAR FRIKSI ANTARA BRAKET BEGG DAN BRAKET *SELF LIGATING* MENGGUNAKAN *ARCH WIRE STAINLESS STEEL 0.016*

Eric Rahardjo*, Pinandi**, dan Wayan**

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

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

ABSTRAK

Pada perawatan ortodontik, mekanisme pergeseran merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menggerakkan gigi. Selama pergeseran gigi friksi yang terdapat pada braket dapat mengganggu pergerakan gigi. Friksi merupakan resistensi pada gerakan jika sebuah obyek bergerak bersinggungan dengan obyek lain. Secara klinis gaya harus dapat mengatasi friksi agar dapat memperoleh pergerakan gigi yang diinginkan secara optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan friksi yang terdapat pada braket Begg dan braket *self ligating* yang terdiri dari 2 jenis yaitu *self ligating* aktif dan *self ligating* pasif dengan menggunakan *arch wire stainless steel 0.016* inci. Braket Begg mempunyai slot vertikal dengan ligasi menggunakan pin. Braket tersebut mempunyai friksi yang kecil dengan permukaan mesio-distal braket yang sempit. Braket *self ligating* tidak memerlukan ligasi untuk memegang *arch wire* dalam slot, dan tidak menggunakan pin maupun *ligature* baik itu *stainless steel* maupun karet, sehingga friksi yang dihasilkan kecil.

Penelitian ini menggunakan braket Begg, braket aktif *self ligating* In-Ovation dan pasif *self ligating* Damon Quantum (Q) yang dipilih secara acak. Sampel penelitian dibagi menjadi 3 kelompok yaitu; kelompok A (braket Begg), kelompok B (braket In-Ovation), dan kelompok C (braket Damon Q). Masing-masing kelompok menggunakan 10 braket anterior rahang bawah dan friksi diukur menggunakan *Universal Testing Machine*. Penelitian menggunakan uji Anova yang dilanjutkan dengan LSD.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan friksi yang bermakna ($p < 0.05$) antara braket Begg, braket *self ligating* aktif In-Ovation dan *self ligating* pasif Damon Q. Rerata friksi pada braket Begg 0.516 kg merupakan yang terbesar dibandingkan rerata friksi braket In-Ovation 0.337 kg dan rerata friksi braket Damon Q 0.249 kg merupakan yang terkecil.

Kata kunci : Friksi, braket Begg, braket *self ligating* aktif, braket *self ligating* pasif, *arch wire* SS 0.016.

ABSTRACT

In Orthodontics sliding mechanics is a method used to move teeth. During sliding mechanics, friction may disturbs tooth movements. Friction is a resistance to object movement against with another object. Clinically, orthodontic force has to overcome friction to obtain optimum tooth movement. The purpose of this study is to compare friction between Begg brackets and self ligating brackets which are divided into active self ligating and passive self ligating using 0.016 inch stainless steel arch wire. Begg brackets has vertical slots and using pins as their ligation system, Begg has little friction and narrow mesio-distal bracket width. Self ligating brackets do not need any pins, ligatures either power ring or stainless steel resulting less in friction.

Begg brackets, active self ligating brackets In-Ovation, and passive self ligating brackets Damon Quantum (Q) are randomly picked and used in this study and they are divided into into 3 groups: Group A (Begg brackets), group B (In-Ovation brackets), group C (Damon Q brackets). Each group using 10 lower anterior brackets and Universal Testing Machine was used to measure friction. This study was analyzed using Anova test continued with LSD.

The result showed that there are influence in friction comparison ($p < 0.05$) between Begg, In-Ovation, and Damon Q brackets. Mean square friction in Begg brackets 0.516 kg is the largest compare to mean square In-Ovation brackets 0.337 kg and mean square Damon Q brackets 0.249 kg which is least.

Keywords: Friction, Begg Brackets, active self ligating brackets, passive self ligating brackets, arch wire SS 0.016.

PENDAHULUAN

Ortodonsia adalah bagian dari Ilmu Kedokteran Gigi yang bertujuan memperbaiki dan mengatur keadaan gigi maupun rahang yang menyimpang dari normal. Beberapa aspek dalam tujuan perawatan ortodontik meliputi perbaikan estetis wajah, susunan gigi, hubungan oklusi, fungsi, aspek psikologis dan mempertahankan kesehatan jaringan pendukung gigi sehingga menghasilkan kedudukan gigi yang stabil setelah perawatan (Graber dan Swain, 1985).

Terdapat 2 sistem perawatan ortodontik, yaitu alat lepasan dan cekat. Beberapa dari teknik perawatan ortodontik cekat yang sering digunakan antara lain teknik Begg, Edgewise, dan teknik *Straight Wire*, masing-masing mempunyai kelemahan dan kelebihan (Cadman, 1975; Graber dan Swain 1985; Proffit dan Fields, 2000). Perbedaan utama antara braket Begg dan Edgewise adalah pada titik kontak antara braket dan *arch wire*. Pada braket Begg, *arch wire* dikunci ke dalam slot dengan pin metal sehingga membuat satu titik kontak antara braket dan *arch wire*. Pengaturan seperti ini menyebabkan gigi bergerak secara *tipping* dan memerlukan *auxillary springs* untuk mengontrol posisi akar. Pada braket Edgewise, *arch wire* diletakkan dalam slot yang memiliki 2 titik kontak, sehingga mempunyai kontrol yang baik terhadap akar gigi selama pergerakan gigi berlangsung (Begg dan Kesling, 1977).

Pada teknik Begg, hubungan antara *arch wire* dan braket didesain supaya friksi dan ikatan braket hampir tidak ada, sedangkan *tilting* pada gigi diperbolehkan. Oleh karena itu kekuatan yang digunakan untuk menggeser gigi ringan. Jika kekuatan tersebut digunakan secara kontinyu maka gigi akan terhindar dari *tilting*, *rolling*, dan *anchorage loss* yang berlebihan. Teknik Begg menawarkan kesederhanaan perawatan, dan kemudahan pergerakan gigi melalui hubungan braket *arch wire* yang diciptakan. Hubungan antara *arch wire* yang bulat dan ringan dengan slot braket vertikal membuat sistem ini dengan cepat mendapatkan kesejajaran gigi pada tahap awal perawatan. Berbeda dengan braket dengan slot horisontal, slot vertikal menimbulkan friksi dan *locking* (penguncian) *arch wire* yang lebih sedikit (Begg dan Kesling, 1977).

Braket *self ligating* diperkenalkan pada pertengahan tahun 1930, merupakan

pengembangan sistem Edgewise, tidak menggunakan ligatur dan menggunakan alat mekanis sebagai penutup *slot* Edgewise yang terbuka (Cacciafesta dkk., 2003). Friksi yang kecil oleh karena braket *self ligating* menyebabkan *arch wire* bekerja optimal dan menstimulasi pergerakan gigi untuk bergerak secara lebih biokompatibel (Damon, 1998). Terdapat dua macam *self ligating* braket yang berkembang di pasaran yaitu aktif dan pasif, tipe aktif memiliki klip pegas yang menekan *arch wire* sedangkan tipe pasif klip tidak menekan *arch wire* (Cacciafesta dkk, 2003). Perdebatan mengenai *self ligating* braket seharusnya menggunakan mekanisme aktif atau pasif telah mengemuka sejak awal perkembangan braket tersebut. Desain pada *self ligating* braket mengakibatkan gigi bergerak pada jalur dengan hambatan yang sangat sedikit. Saat pintu braket tertutup maka braket berubah menjadi sebuah *tube* sehingga dapat menyebabkan *arch wire* bergerak dengan bebas. Sedikitnya friksi oleh karena penggunaan braket *self ligating* menyebabkan *arch wire* bekerja optimal dan menstimulasi pergerakan gigi untuk bergerak secara lebih biokompatibel (Damon, 1998).

Salah satu metode umum yang digunakan untuk menggeser gigi secara ortodontik adalah dengan menggunakan sistem geser (*sliding mechanics*). Pada teknik tersebut pergerakan ke arah mesio distal gigi dicapai dengan menuntun gigi sepanjang *arch wire* melalui braket ortodontik. Kerugian teknik tersebut adalah adanya friksi (*frictional force*) yang timbul antara braket dan *arch wire* yang cenderung menahan pergerakan gigi ke arah yang diinginkan (Bednar dkk., 1991). Pada proses penutupan ruang saat perawatan ortodontik, friksi yang dihasilkan oleh braket dan *arch wire* cenderung menghalangi pergerakan yang diinginkan. Dalam penerapan klinik, gaya yang diaplikasikan pada *arch wire* harus dapat melampaui komponen-komponen friksi yang ada sehingga menghasilkan arah pergerakan gigi yang diinginkan (Hain dkk., 2003)

Friksi dapat didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada 2 permukaan obyek saat salah satu obyek bergeser dari obyek yang lain. Besar friksi tergantung pada jumlah gaya yang mendorong kedua permukaan itu secara bersamaan, kekasaran permukaan, dan bahan yang dipakai untuk membuat permukaan obyek (Hain dkk., 2003 sit., Rabinowicz, 1965). Friksi

merupakan variabel tidak terkontrol yang terjadi selama perawatan ortodontik, khususnya saat *arch wire* dipergunakan pada tahap pengaturan posisi awal dan saat menggerakkan gigi sepanjang *arch wire* (Iwasaki dkk., 2003).

Friksi yang terjadi antara *arch wire* dan braket dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah : bahan braket dan *arch wire*, teknik dan macam ligasi, jenis braket, kekasaran permukaan *arch wire* dan slot braket, *torque* antara permukaan *arch wire* dengan braket, jarak antar braket, saliva dan pengaruh fungsi mulut (Cacciafesta dkk., 2003). *Stainless steel arch wire* dipergunakan pada tahap retraksi caninus, retraksi gigi anterior, *enmasse movement* dan pensejajaran akar (*root paralleling*) (Renfro, 1975). *Arch wire* tersebut populer karena harganya murah, penampilannya memuaskan dan mempunyai sifat mekanis yang bagus (kekuatan dan kelenturan yang baik serta tahan korosi) (Proffit dan Fields, 2000). Apabila *wire* tersebut ditarik melewati braket, kombinasi material stainless steel dengan stainless steel braket menimbulkan friksi yang paling rendah (Griffith, 2005). Pemahaman yang baik tentang friksi yang terjadi pada *arch wire* selama mekanisme pergeseran akan membantu ortodontis dalam mengatur gigi dengan kekuatan ringan dan hasil lebih efisien (Rucker dan Kusy, 2002).

Braket *self ligating* akhir-akhir ini penggunaannya meningkat oleh karena braket ini sangat berperan dalam mengurangi friksi yang mungkin terjadi. Sistem tersebut dapat mengurangi friksi secara signifikan, waktu perawatan dan kunjungan pasien lebih singkat daripada yang menggunakan elastomer (Shivapuja dan Berger, 1994). Sebuah penelitian laboratoris mengenai perbedaan besar friksi pada braket Begg dengan braket *self ligating* menggunakan *arch wire stainless steel* akan bermanfaat bagi operator dalam mempertimbangkan pemilihan sistem braket yang tepat.

TINJAUAN PUSTAKA

Friksi adalah resistensi terhadap gerakan jika sebuah obyek bergerak bersinggungan dengan obyek lain. Gaya tersebut bekerja pada bidang kontak antara braket dan *arch wire* yang berlawanan dengan arah gerakan gigi sepanjang *arch wire* (Tidy, 1989; Bednar dkk.,

1991; Braun dkk., 1999). Friksi selalu sejajar dengan permukaan benda yang berkontak, pada proses penutupan ruang saat perawatan ortodontik, friksi yang dihasilkan oleh braket dan *arch wire* cenderung menghalangi pergerakan yang diinginkan. Dalam penerapan di klinik, gaya yang diaplikasikan harus dapat melampaui komponen-komponen friksi yang ada sehingga menghasilkan arah pergerakan gigi yang kita inginkan (Hain dkk., 2003). Friksi merupakan variabel tak terkontrol yang terjadi selama perawatan ortodontik, khususnya saat *arch wire* dipergunakan untuk pengaturan posisi awal dan menggerakkan gigi dengan cara meluncurkan braket sepanjang *arch wire* (Iwasaki dkk., 2003).

Mekanisme pergeseran (*sliding mechanics*) merupakan salah satu metode untuk menggerakkan gigi. Gerakan gigi arah mesiodistal dilakukan dengan mengendalikan gigi sepanjang *arch wire* pada braket ortodontik (Bednar dkk., 1991). Sebagian besar teknik pada alat ortodontik cekat melibatkan pergeseran antara *arch wire* dengan braket, yang berakibat terjadinya friksi. Friksi ada dua bentuk yaitu: 1. friksi statik, adalah gaya terkecil yang diperlukan untuk memulai pergerakan gigi dan 2. friksi kinetik, adalah gaya yang diperlukan untuk mempertahankan pergerakan gigi pada kecepatan tetap (Cacciafesta dkk., 2003). Friksi statik selalu lebih kuat daripada friksi kinetik (Redlich dkk., 2003). Pergerakan gigi pada mekanisme pergeseran digambarkan sebagai rangkaian langkah-langkah pendek daripada sebagai pergerakan yang kontinyu sehingga friksi statik mempunyai pengaruh yang lebih besar daripada friksi kinetik (Ren dkk. 2002). Besar friksi antara 2 permukaan yang berkontak sebanding dengan besar gaya yang dikenakan dan tergantung pada jenis bahan dan permukaan yang berkontak tersebut (Chimenti dkk., 2004).

Beberapa variabel yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi tingkat friksi antara braket dan *arch wire* adalah sebagai berikut : 1. *Arch wire* (bahan, bentuk atau ukuran, tekstur permukaan, kekakuan), 2. Jenis ligasi *arch wire* pada braket (*wire ligatur*, elastomer), 3. Braket (bahan, lebar dan kedalaman slot, *first order bend/ in- out*, *second order bend/ angulasi*, *third order bend/ torque*), 4. Pemasangan alat-alat ortodontik (jarak antar braket, hubungan slot braket dengan gigi -gigi

yang berdekatan, gaya yang dikenakan untuk retraksi), 5. Variabel di dalam mulut (saliva, plak, pelikel, korosi) (Vaughan dkk., 1995). Selama mekanisme pergeseran, friksi yang terjadi dapat menghalangi pencapaian gaya ortodontik yang optimal terhadap jaringan pendukung gigi (Cacciafesta dkk., 2003).

Braket ortodontik direkatkan pada email gigi untuk menyalurkan gaya dan *arch wire* yang diaktifkan ke gigi. Terdapat banyak desain braket. tetapi secara garis besar ada dua macam yaitu: 1. Braket dengan slot horisontal, misalnya braket Edgewise dan braket *Preadjusted* dan 2. Braket dengan slot vertikal, misalnya braket Begg (Isaacson, 1992).

Perbedaan utama antara braket Begg dan Edgewise adalah pada titik kontak antara braket dan *arch wire*. Pada braket Begg, *arch wire* dipin kedalam slot sehingga membuat satu titik kontak antara braket dan *arch wire*. Pengaturan seperti ini menyebabkan gigi bergerak secara *tipping* dan memerlukan *auxillary springs* untuk mengontrol posisi akar. Pada braket Edgewise, *arch wire* diletakkan dalam slot yang memiliki 2 titik kontak, sehingga mempunyai kontrol yang bagus terhadap akar gigi selama pergerakan gigi berlangsung. Friksi yang ada pada braket Begg lebih kecil daripada braket Edgewise (Begg dan Kesling, 1977)

Stainless steel arch wire mempunyai kekuatan yang baik, dapat dengan mudah dibentuk dan dapat disolder, tetapi kurang fleksibel. Apabila *wire* tersebut ditarik melewati braket, kombinasi material *stainless steel* dengan *stainless steel* braket menimbulkan friksi yang paling rendah. *Wire* Nikel Titanium dan Elgiloy menimbulkan friksi yang lebih besar dibandingkan *stainless steel*, sedangkan TMA menimbulkan friksi yang terbesar (Griffith, 2005). Pemahaman yang baik tentang friksi yang terjadi pada *arch wire* selama mekanisme pergeseran akan membantu ortodontis dalam mengatur gigi-gigi dengan kekuatan ringan dan hasil yang lebih efisien (Rucker dan Kusy, 2002)

Pada tahun 1933 Begg mengumumkan teknik perawatannya berdasarkan *Angle's ribbon appliance* dengan slot mengarah ke gingiva. Braket *ribbon appliance* diputar 180° pada teknik Begg tersebut (Gambar 1). Pin pengunci digunakan untuk memegang kawat, sehingga kawat dapat bergerak ke segala arah tanpa mengorbankan pergerakan gigi

yang tidak diperlukan. Salah satu karakteristik teknik tersebut adalah konsep *differential force* dimana pergerakan gigi direncanakan berdasarkan *anchorage* gigi yang diperoleh melalui gigi posterior, oleh sebab itu penggunaan *headgear* dapat dihindari. Gaya yang ringan $\pm 65g$ diaplikasikan untuk menarik gigi anterior, gaya sebesar ini tidak menimbulkan hilangnya *anchorage* gigi posterior (Trevisi, 2007).

Teknik Begg memiliki keunggulan pada pergerakan mekanis gigi. Secara mendasar braket Begg memiliki lebar mesio-distal sempit dan mempunyai kedalaman slot 0.022 inci (Tamizhaharasi dan Kumar, 2010). Braket Begg hanya dapat menggunakan *arch wire* bulat, dimasukkan ke dalam slot braket yang ditempatkan sesuai dengan bidang *arch wire*. Teknik Edgewise menggunakan *arch wire* rektanguler yang dimasukkan ke dalam slot persegi (Begg dan Kesling, 1977).

Pada teknik Begg, hubungan antara *arch wire* dan braket didesain supaya friksi dan ikatan braket hampir tidak ada, sedangkan *tilting* pada gigi diperbolehkan. Oleh karena itu kekuatan yang digunakan untuk menggeser gigi harus ringan. Jika kekuatan tersebut digunakan secara kontinyu maka akan terhindar dari *tilting*, *rolling*, dan *anchorage loss* yang berlebih (Begg dan Kesling, 1977).

Menurut Thompson (1985), system Begg mempunyai keunggulan sbb; 1. Kekuatan yang dipakai untuk menggerakkan gigi adalah kekuatan ringan yang optimal (60-90g). 2. Gaya yang diaplikasikan relatif terus menerus. 3. Friksi *arch wire* yang minimal pada braket dan tube. 4. *Leveling*, *unraveling* dan rotasi gigi anterior yang cepat. 5. Koreksi *overbite* yang cepat. 6. Retraksi gigi anterior dengan *tipping* mahkota secara simultan. 7. Menggunakan *auxillary spring* untuk pensejajaran akar gigi secara kontinyu. 8. Torquing gigi incisivus atas dan bawah secara kontinyu 9. Tidak memerlukan gaya extra oral kecuali terdapat problem *anchorage* yang ekstrim.

Braket *self ligating* memiliki semua komponen braket konvensional kecuali mekanisme ligasinya. Selama ini mekanisme ligasi braket *self ligating* mempunyai bermacam-macam cara. Secara keseluruhan, braket terdiri dari klip logam yang membentuk dinding labial pada slot braket dan mencegah *arch wire* agar tidak lepas. Maka dari itu penggunaan *ligature*

baik metal maupun *elastomer* tidak diperlukan dan yang terpenting adalah braket *self ligating* memiliki friksi yang rendah (Bunkall, 2006).

Perdebatan mengenai *self ligating* braket seharusnya menggunakan mekanisme aktif atau pasif telah mengemuka sejak awal perkembangan braket tersebut. Ahli yang mendukung aktif *self ligating* menganggap bahwa sistem tersebut mempunyai keunggulan "*homing action*" terhadap *wire*, sehingga menghasilkan kontrol yang lebih baik terhadap gigi. Braket tersebut mempunyai kedalaman slot 0.0175" sampai 0.022", apabila menggunakan *wire* bulat dan kecil braket tersebut dalam keadaan pasif, akan tetapi apabila menggunakan *wire* yang lebih besar, klip fleksibel yang terdapat pada braket terdorong ke labial sehingga menimbulkan kekuatan aktif pada *arch wire*. Braket *passive self ligating* memiliki kedalaman slot 0.028" dan tidak menimbulkan kekuatan pada *wire*. Ahli yang mendukung klip pasif menyatakan bahwa friksi yang dihasilkan oleh braket tersebut lebih rendah saat *sliding mechanics* karena slot yang ada menyediakan ruang yang lebih besar sehingga tidak menimbulkan kekuatan aktif pada *archwire*. Dr. Damon menyarankan dengan menggunakan sistem dengan kekuatan serta friksi yang rendah akan dapat menyebabkan gigi bergeser ke posisi fisiologis oleh karena sistem ini tidak melebihi kekuatan otot-otot sekitar maupun jaringan periodontal. Tidak terjadi ischemia pada jaringan periodontal oleh karena gaya yang dikenakan pada dimensi yang kecil (Damon, 1998).

Braket *self ligating* menyalurkan kekuatan yang cukup pada gigi untuk memulai pergerakan gigi tanpa mengganggu suplai vaskular, oleh karena itu pergerakan gigi lebih efektif dan fisiologis. Posisi akhir gigi setelah perawatan menggunakan sistem Damon ditentukan oleh keseimbangan otot-otot mulut dan jaringan periodontal, bukan oleh kekuatan ortodontik yang besar. Desain pada *self ligating* braket mengakibatkan gigi bergerak pada jalur dengan hambatan yang sangat sedikit. Saat klip braket tertutup maka braket berubah menjadi sebuah *tube* sehingga dapat menyebabkan *arch wire* bergerak dengan bebas (Damon 1998).

Rendahnya friksi oleh karena penggunaan braket *self ligating* menyebabkan *arch wire* bekerja optimal sehingga menstimulasi pergerakan gigi untuk bergerak secara lebih optimal (Damon, 1998).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris, Obyek penelitian dibagi menjadi 3 kelompok, kelompok A terdiri dari 10 braket Begg anterior rahang bawah, kelompok B terdiri dari 10 braket *self ligating* In-Ovation anterior rahang bawah, kelompok C terdiri dari 10 braket *self ligating* Damon Quantum anterior rahang bawah. Masing-masing braket pada tiap kelompok dipilih secara acak dari 30 set braket yang disediakan untuk tiap kelompok. Tahap pelaksanaan : 10 braket Begg anterior rahang bawah masing-masing direkatkan pada kawat menggunakan akrilik, 10 braket In-Ovation anterior rahang bawah masing-masing direkatkan pada kawat menggunakan akrilik, 10 braket Damon Q anterior rahang bawah masing-masing direkatkan pada kawat menggunakan akrilik. 30 *arch wire* SS ukuran 0.016 inchi dan slot braket dibersihkan dari kotoran dan debu dengan menggunakan kapas beralkohol.

Arch wire SS dipasang pada masing-masing braket, 10 batang pada braket Damon Q, 10 batang pada braket In-Ovation dan 10 batang pada braket Begg. Bagian tengah *arch wire* yang bertanda hitam diletakkan pada tengah-tengah braket. Masing-masing *arch wire* salah satu ujungnya difiksasi pada penjepit bagian atas alat pengukur. Kawat yang memegang braket ditekuk membentuk sudut 90° dengan tang *Jarabak*, dan ujung bawahnya difiksasi pada penjepit bawah alat pengukur friksi (*universal testing machine*). *Universal testing machine* dijalankan dengan kecepatan 5 mm/menit. Kekuatan yang tercatat pada saat pertama kali *wire* meluncur sepanjang braket merupakan besar friksi yang terukur dalam kg.

Setiap kali pengukuran pada obyek yang sama dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran. Apabila rata-rata hasil pengukuran memiliki selisih kurang dari 5% maka hasil pengukuran diambil dari hasil pengukuran rata-rata. Apabila rata-rata hasil pengukuran memiliki selisih rata-rata lebih dari 5% maka pengukuran diulang kembali.

Untuk mengetahui perbedaan besar rerata friksi braket Begg, braket aktif *self ligating* In-Ovation, dan braket pasif *self ligating* Damon Quantum dengan *wire stainless steel* digunakan Anava.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan besar friksi antara braket Begg dan braket *self ligating* menggunakan *arch wire stainless steel* 0.016. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Logam Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada dengan hasil seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Uji Anova perbedaan friksi antara braket Begg, In-Ovation dan Damon Q.

Friksi	N	Rerata	SB	F	Sig
Braket Begg	10	.516	.046	.-	-
Braket In-Ovation	10	.337	.033	-	-
Braket Damon Q	10	.249	.042	-	-
Between Groups	-	-	-	110.730	.000
Within Groups	-	-	-	110.730	.000
Total	30	.367	.120	110.730	.000

Keterangan tabel 1:

1. N : Jumlah sampel
2. Rerata : Nilai pengukuran rata-rata
3. SB : Simpangan baku
4. F : Merupakan uji statistik varian antar sampe dibagi varian dalam sampel
5. Sig. : Merupakan batas signifikansi atau taraf nyata pengujian

Tabel 1 hasil uji Anova dengan nilai rerata dan simpangan baku besar friksi *archwire* SS 0.016 inchi pada braket Begg adalah 0.516 ± 0.046 kg, artinya rata-rata friksi yang terjadi untuk memulai pergerakan *archwire* pada braket Begg adalah sebesar 0.516 kg dengan rentang minimum sebesar 0.460 kg sampai dengan maksimum 0.600 kg. Pada braket *self ligating*, nilai rerata dan simpangan baku besar friksi *archwire* SS pada braket *self ligating* aktif In-Ovation adalah 0.337 ± 0.033 kg, artinya rata-rata friksi yang terjadi untuk memulai pergerakan *archwire* pada braket In-Ovation adalah sebesar 0.337 kg dengan rentang minimum sebesar 0.270 kg sampai dengan maksimum 0.380 kg. Nilai rerata dan simpangan baku besar friksi *archwire* SS pada braket pasif *self ligating* Damon Q adalah 0.249 ± 0.042 kg, artinya rata-rata friksi yang terjadi untuk memulai pergerakan *archwire* pada braket Damon Q sebesar 0.249 kg dengan rentang minimum sebesar 0.180 kg sampai dengan maksimum 0.300 kg.

Pada uji statistik menggunakan Anova 1 jalur dan 3 variabel, didapatkan perbedaan besar friksi yang signifikan atau bermakna ($p < 0.05$). Setelah masing-masing braket diuji friksinya diantara kelompok braket Begg, braket In-Ovation dan braket Damon Q, dan juga didalam masing-masing kelompok braket Begg, braket In-Ovation dan braket Damon Q, didapatkan perbedaan besar friksi yang signifikan atau bermakna ($p < 0.05$) baik diantara grup maupun didalam grup.

Untuk mengetahui perbedaan diantara kelompok, maka dilakukan uji *post hoc* dengan LSD. Uji tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dan memperlihatkan hasil uji dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%.

Tabel 2. Uji *Post Hoc* dengan LSD.

Friksi		Rerata perbedaan (I-J)	Sig.
(I) Jenis Braket	(J) Jenis Braket		
Braket Begg	Braket In-Ovation	.1790*	.000
	Braket Damon Q	.2670*	.000
Braket In-Ovation	Braket Begg	-.1790*	.000
	Braket Damon Q	.0880*	.000
Braket Damon Q	Braket Begg	-.2670*	.000
	Braket In-Ovation	-.0880*	.000

Keterangan Tabel 2:

1. * : Rerata perbedaan signifikan pada level .05
2. Sig. : Merupakan batas signifikansi atau taraf nyata pengujian

Tabel 2 memperlihatkan nilai rerata perbedaan besar friksi antara braket Begg dengan braket In-Ovation sebesar 0.179 dengan signifikansi sebesar 0.000 yang artinya signifikan pada $p < 0.05$. Nilai rerata perbedaan besar friksi antara braket Begg dengan braket Damon Q 0.267, dengan demikian braket Begg memiliki rerata friksi yang lebih besar terhadap braket In-Ovation maupun braket Damon Q secara signifikan. Pada perbandingan besar friksi antara braket In-Ovation, braket Begg dan braket Damon Q didapatkan perbedaan rerata besar friksi antara masing-masing kelompok braket In-Ovation dengan braket Begg -0.179, braket In-Ovation dengan braket Damon Q 0.088, dengan demikian braket In-Ovation mempunyai besar rerata friksi yang lebih kecil dari braket Begg namun lebih besar daripada Damon Q secara signifikan. Pada perbandingan besar rerata perbedaan friksi antara masing-masing kelompok braket Damon Q, braket Begg dan braket In-Ovation didapatkan rerata perbedaan

friksi antara braket Damon Q dan braket Begg -0.267, braket Damon Q dengan braket In-Ovation -0.088, dengan demikian braket Damon Q mempunyai besar rerata friksi yang paling kecil diantara braket Begg dan braket In-Ovation.

Hasil penelitian mengenai perbedaan besar friksi antara braket Begg, braket *self ligating* In-Ovation dan Damon Q menggunakan *arch wire stainless steel* 0.016 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan friksi yang bermakna ($p < 0.05$) diantara tiga kelompok tersebut. Pada tabel 1 ditunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang bermakna antara besar rerata friksi pada braket Begg, braket *self ligating* In-Ovation maupun Damon Q. Rerata friksi dari 10 kali pengukuran pada braket Begg adalah 0.516 kg, sedangkan rerata friksi dari 10 kali pengukuran pada braket In-Ovation adalah 0.337 kg, saat pengukuran menggunakan braket Damon Q rerata friksi dari 10 kali pengukuran adalah 0.249 kg. Friksi pada braket Begg merupakan yang terbesar kemudian diikuti oleh braket In-Ovation selanjutnya braket Damon Q, dengan demikian hipotesis bahwa terdapat perbedaan friksi antara braket Begg dengan braket *self ligating* aktif maupun pasif menggunakan *arch wire stainless steel* dan hipotesis bahwa friksi pada braket Begg merupakan yang terbesar dapat diterima.

Braket Begg menggunakan sistem ligasi dengan pin, hubungan antara *archwire* yang bulat dan ringan dengan slot braket vertikal membuat sistem ini dengan cepat mendapatkan kesejajaran gigi pada tahap awal perawatan oleh karena rendahnya friksi (Begg dan Kesling, 1977). Friksi yang terdapat pada braket Begg adalah rendah, akan tetapi saat ini terdapat pengembangan teknologi yang meminimalisir friksi dan ligasi pada gigi, yaitu braket *self ligating*. Menurut Damon 1998, desain pada *self ligating* braket mengakibatkan gigi bergerak pada jalur dengan hambatan yang sangat kecil. Friksi yang rendah oleh karena penggunaan braket *self ligating* menyebabkan *arch wire* bekerja optimal dan menstimulasi pergerakan gigi untuk bergerak secara lebih biokompatibel, dengan demikian hipotesis bahwa terdapat perbedaan friksi antara braket Begg dengan braket *self ligating* aktif maupun pasif menggunakan *arch wire stainless steel* 0.016 dan hipotesis bahwa friksi pada braket Begg merupakan yang terbesar dapat diterima.

Beberapa variabel yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi besar friksi antara braket dan *arch wire* antara lain adalah jenis ligasi yang digunakan pada masing-masing braket (Cacciafesta dkk, 2003). Pada braket Begg menggunakan ligasi dengan pin, pada sistem ligasi ini friksi yang tercatat adalah yang paling besar dibandingkan dengan braket lain yang diteliti. Pada sistem Begg kekuatan yang diperlukan untuk menggerakkan gigi memang ringan, akan tetapi braket Begg mempunyai friksi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan braket *self ligating*, hal tersebut disebabkan oleh sistem ligasi braket *self ligating* itu sendiri menggunakan klip yang dapat merubah slot braket menjadi sebuah *tube*, sehingga dengan minimnya gesekan pada dinding slot braket, maka baik braket aktif *self ligating* In-Ovation maupun braket pasif *self ligating* Damon Q mempunyai friksi yang lebih kecil daripada braket Begg. Hipotesis bahwa terdapat perbedaan friksi antara braket Begg dengan braket *self ligating* aktif maupun pasif menggunakan *arch wire stainless steel* 0.016 dan hipotesis bahwa friksi pada braket Begg merupakan yang terbesar dapat diterima.

Variabel berikut yang mungkin berpengaruh adalah kedalaman slot (Cacciafesta dkk, 2003), ketiga braket memiliki kedalaman slot yang berbeda-beda, braket Begg memiliki slot 0.022 inchi dengan menggunakan pin untuk ligasi, braket aktif *self ligating* In-Ovation mempunyai slot 0.022 inchi dengan menggunakan klip aktif untuk ligasi, sedangkan braket pasif *self ligating* Damon Q mempunyai slot 0.028 inchi dengan menggunakan klip pasif untuk ligasi. Pada perbandingan friksi antara braket *self ligating* aktif In-Ovation dan pasif *self ligating* Damon Q, braket pasif *self ligating* Damon Q memiliki kedalaman slot 0.028" dan tidak menimbulkan kekuatan pada *wire*. Ahli yang mendukung klip pasif menyatakan bahwa friksi yang dihasilkan oleh braket tersebut lebih rendah saat *sliding mechanics* karena slot yang ada menyediakan ruang yang lebih besar sehingga tidak menimbulkan kekuatan aktif pada *arch wire* (Damon, 1998). Braket Begg mempunyai friksi yang paling besar oleh karena perbandingan antara kedalaman slot dan sistem ligasinya menghasilkan ruangan yang paling kecil untuk *sliding arch wire* apabila dibandingkan dengan sistem lain yang diteliti. Pada penelitian ini pemasangan pin dilakukan dengan tingkat

kekencangan tinggi, sehingga ruang gerak antara kawat dan slot mengecil. Dengan demikian hipotesis bahwa terdapat perbedaan friksi antara braket Begg dengan braket *self ligating* aktif maupun pasif menggunakan *arch wire* 0.016 dan hipotesis bahwa friksi pada braket Begg merupakan yang terbesar dapat diterima.

Variabel berikutnya yang mempengaruhi adalah jenis *arch wire* (Cacciafesta dkk, 2003), baik dari segi bentuk, ukuran, tekstur permukaan, maupun kekakuan. Bentuk *arch wire* yang *ovoid, tapered, square*, maupun *natural*, sangat mempengaruhi friksi oleh karena luas permukaan lengkung permukaan *arch wire* yang menempel pada slot braket berbeda-beda sehingga menimbulkan koefisien gesek yang berbeda pula. Makin besar ukuran *arch wire* yang dipakai saat penelitian juga sangat berpengaruh terhadap hasil, makin besar diameter *arch wire* yang digunakan akan menyebabkan perbedaan hasil pengukuran friksi yang berbeda pula. Tekstur permukaan *arch wire* yang dipilih juga pasti akan berpengaruh terhadap friksi, baik itu *arch wire nickel titanium, beta titanium, stainless steel, cobalt chromium* dan lain-lain, secara keseluruhan *arch wire* tersebut pasti akan menghasilkan ukuran friksi yang berbeda-beda pula. *Arch wire* yang kaku juga akan mempunyai perbedaan pengukuran dengan yang lebih lentur.

Variabel berikut yang mungkin mempengaruhi adalah kualitas braket itu sendiri, baik dari segi kualitas bahan, maupun lebar braket (Cacciafesta dkk, 2003). Kualitas komposisi materi *stainless steel* yang dipakai kemungkinan besar berbeda, oleh karena perbedaan generasi pembuatan braket tersebut, sehingga dapat menyebabkan perbedaan koefisien gaya gesek yang terjadi saat permukaan braket bertemu dengan *archwire*. Lebar braket yang berbeda-beda menjadi salah satu pemicu perbedaan friksi, hal tersebut disebabkan oleh karena semakin lebar permukaan mesiodistal braket maka akan memperluas permukaan gesek yang berarti dengan bertambah lebarnya mesiodistal braket akan meningkatkan gesekan yang terjadi. Teknik pemasangan pin pada braket Begg yang digunakan saat meneliti belum menjadi pertimbangan oleh penulis. Perbedaan-perbedaan diatas dapat diteliti lebih lanjut untuk memperluas wawasan mengenai perbedaan antara ketiga jenis braket tersebut.

Sistem pada braket Begg dengan friksi yang ringan dan teknik *differential force* merupakan inspirasi bagi pengembangan braket selanjutnya, sehingga dalam kurun waktu terakhir muncul berbagai macam sistem perawatan ortodontik dengan braket baru diantaranya braket *self ligating*. Braket tersebut merupakan inovasi yang berhasil mengembangkan braket dengan friksi rendah. Terdapat dua jenis braket *self ligating* yaitu braket *self ligating* aktif dan braket *self ligating* pasif. Masing masing mempunyai karakteristik perbedaan tersendiri. Pada perbandingan friksi antara braket Begg dengan braket *self ligating* aktif In-Ovation dan pasif *self ligating* Damon Q, didapatkan braket Begg memiliki friksi yang paling besar sedangkan braket *self ligating* Damon Q memiliki friksi yang paling kecil. Braket pasif *self ligating* (Damon Q) memiliki kedalaman slot 0.028" dan tidak menimbulkan kekuatan pada *wire*. Menurut Damon (1998), ahli yang mendukung klip pasif menyatakan bahwa friksi yang dihasilkan oleh braket tersebut lebih rendah saat *sliding mechanics* karena slot yang ada menyediakan ruang yang lebih besar sehingga tidak menimbulkan kekuatan aktif pada *archwire*. Braket *self ligating* aktif In-Ovation mempunyai klip yang aktif, dengan klip tersebut menekan *arch wire* pada saat *sliding mechanics* klip tersebut menambah friksi yang ada sehingga menghambat pergerakan, oleh karena itu braket tersebut mempunyai friksi yang lebih besar daripada braket *self ligating* pasif Damon Q. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa friksi pada braket In-Ovation lebih besar daripada friksi pada braket *self ligating* Damon Q.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang perbandingan besar friksi antara braket Begg dan braket *self ligating* menggunakan *arch wire stainless steel* 0.016 sebagai berikut:

Terdapat perbedaan friksi yang diantara braket Begg, braket In-Ovation, dan braket Damon Q:

1. Friksi pada braket Begg merupakan yang terbesar dibanding braket *self ligating* In-Ovation dan Damon Quantum.
2. Besar friksi pada braket Damon Quantum merupakan yang terkecil daripada braket Begg dan braket In-Ovation.

3. Penelitian Laboratoris ini masih belum merefleksikan kondisi sesungguhnya di dalam mulut.

Berdasarkan penelitian ini maka dapat disarankan:

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan besar friksi braket Begg dengan berbagai macam teknik pemasangan pin dan menggunakan variasi braket lain.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan besar friksi braket menggunakan berbagai macam variasi *arch wire* lain.
3. Dilakukan penelitian lebih lanjut yang dapat lebih merefleksikan kondisi klinis dalam mulut.

DAFTAR PUSTAKA

- Berger J., 2000, Self-ligation in the year 2000. *J Clin Orthod* 2000;34:74-81.
- Bednar, J.R., Gruendeman, G.W. dan Sandrik, J.L., 1991, A Comparative Study of Frictional Forces Between Orthodontic Brackets and Arch wires, *Am. J Orthod. Dentofac. Orthop.*, 100 (6) : 513-522.
- Begg, P.R., dan Kesling, P.C., 1977, *Begg Orthodontic Theory and Technique*, 3rd ed., W.B., Saunders Company, Philadelphia, 192,193.
- Braun, S., Bluestein, M., Moore,K., dan Benson, G., 1999, Friction in Perspective, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 115;619-27.
- Bunkall DM, 2006, *The Effect of Extaneous Forces Upon the Frictional Characteristics of Self-Ligating Orthodontic Brackets and Nickel-Titanium Archwires Utilizing a Novel in vitro Model*. Unpublished Master's Thesis. St. Louis, MO: Saint Louis University.
- Cacciafesta, V., Sfondrini, M.F., Ricciardi, A., Scribante, A., Kiersy, C. Dan Auricchio, F., 2003, Evaluation of Friction of Stainless steel and Esthetic Self-ligating Brackets in Various Bracket-Arch wire Combinations, *Am. J Orthod. Dentofac. Orthop.*, 124 (4) : 3 95-402.
- Cadman, C.A.R., 1975, Avademecum for the Begg Technique: Technical Principal, *Am. J. Orthod.*, 67(5):439-512.
- Chimenti, C., Franchi, L., Di Giuseppe, M.G. dan Lucci, M., 2004, Friction of Orthodontik Elastomeric Ligatures with Different Dimension, *Angle Orthod.*, 75 (3) : 377-381.
- Damon DH.,1998, The Damon low-friction bracket: A Biologically Compatible Straight Wire System. *J Clin Orthod.*,32 : 670-680.
- Dreseher, D., Bourauel, C. dan Schumacher, H.A., 1989, Frictional Forces Between Bracket and Arch wire, *Am. J Orthod. Dentofac. Orthop.*, 96 (5):397-404.
- Garner, L. D., Allai, W.W., dan Moore, B. K., 1986, A Comparison of Frictional Force During Simulated Canine Retraction of Continuous Edgewise Arch wire, *Am. J Orthod. Dentofac. Orthop.*, 90 (3): 199-203.
- Graber T.M. dan Swain, 1985, *Orthodontics Current Principles and Techniques*, 1st Edition, The C.V. Mosby Co., St Louis, chap 15, p. 681.
- Graber T. M., 2000, *Orthodontics, Current Principles and Techniques*, 3rd Edition, The C.V. Mosby Co., St Louis, chap 15, p. 721-748.
- Griffith HS, Sherriff M, dan IrelandAJ.,2005, Resistance to sliding with 3 types of elastomeric modules. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 127:670-675.
- Hain M, Dhopaktar A, dan Rock P., 2003, The effect of ligation method on friction in sliding mechanics. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 123:416-22.
- Harradine NWT., 2003. Self-ligating brackets: Where are we now? *Journal of Orthodontics* 30:262-73.
- Isaacson KG., 1992. Orthodontics Aspects of Vocational Training. *Br Dent J.* 25; 172(2):43-4.
- Iwasaki, L.R., Beatty, M.W., Randall, J. dan Nickel, J.C., 2003, Clinical Ligation Forces and Intraoral Friction During Sliding on a Stainless steel Arch wire, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 123 (4):408-415.
- Kang, B. S., Baek, S.H., Mali, dan Yang, W.S., 2003, Three dimensional Relationship Between the Critical Contac Angle and the Torque Angle, *Am. J Orthod. Dentofac. Orthop.*, 123 (1):64-73.
- Kapila S, Angolkar PV, Duncanson MG, Jr., dan Nanda RS.,1990, Evaluation of Friction Between Edgewise Stainless Steel Brackets and Orthodontic Wires of Four Alloys. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop* .,98:117-126.
- Kusy, R.P. dan Whitley, J.Q., 1990, Coefficient of Friction for Arch wires in Stainless steel and Polycrystalline alumina Bracket Slots. I. The Dry State, *Am. J Orthod. Dentofac. Orthop.*, 98 (4) : 300-312.
- Michelberger, D.J., Eadie, R.G., Faulkner, M.G., Glover, K.E., Prasad, N.G. dan Major, P.W., 2000, The Friction and Wear Patterns of Orthodontic Brackets and Arch wires in the Dry State, *Am. J Orthod. Dent ofac. Orthop.*, 118 (6):662-674.
- Omana H.M., Moore R.N., dan Bagby M.D.,1992, Frictional Properties of Metal and Ceramic Brackets. *J. Clin. Orthod.*, 26:425-432.

- Proffit, W.R. dan Fields, H.W., 2000, *Contemporary Orthodontics*, 3rd Edition, The C.V. Mosby Co., St. Louis, p.133,248-53.
- Prosofski, R.R., Bagby, M.D. dan Erickson, L.C., 1991, Static Frictional Force and Surface Roughness of Nickel-Titanium Arch wires, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 100 (4): 341-348.
- Ren, Y., Maltha, J.C., dan Jagtman, A.M.K., 2002. Optimum Force Magnitude for Orthodontic Tooth Movement; A Systematic Literature Review, *Angle Orthod.*, 73(1): 86-92.
- Renfroe, E.W., *Edgewise*, 1975, Lea and Febiger, Philadelphia.,p 105-106.
- Redlich, M., Mayer, Y., Harari, D. dan Lewinstein, I., 2003, In Vitro Study of Frictional Forces During Sliding Mechanics of "Reduced Friction" Brackets, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 124 (1): 69-73.
- Rucker, B.K. dan Kusy, R.P., 2002, Resistance to Sliding of Stainless Steel Multistranded Arch wires and Comparison with Single-Stranded Leveling Wires, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 122 (1) : 73-83.
- Shivapuja, P.K. dan Berger, G., 1994, A Comparative Study of Conventional Ligation and Self-ligation Bracket Sistem, *Am. J. Orthod. Dent ofac. Orthop.*, 106 (5): 472-480.
- Tamizharasi dan Senthil Kumar, 2010, Evolution of Orthodontic Brackets, *JIADS.*,1(3): 26.
- Thompson WJ.,1985. Modern Begg: Combination of Begg and Straight Wire Appliances, *Am J Orthod Dentofac Orthop.*,6 (1): 171-89.
- Tidy, D.C., 1989, Frictional Forces in Fixed Appliances, *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 106 (2): 131-138.
- Thorstenson, G.A., dan Kusy, R.P., 2002, Comparison of Resistance to Sliding Between Different Self Ligating Brackets with Second Order Angulation in the Dry and Saliva States, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 121 (5): 472-482.
- Trevisi, H., 2007, *The Smart Clip Self Ligating Appliance System Concept and Mechanics*, Elsevier Limited. Edinburgh, p 27-30.
- Tselepis, M., Brockhurst, P. dan West, V.C., 1994, The Dynamic Frictional Resistance Between Orthodontic Brackets and Arch wires, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 106 (2): 131-138.
- Vaughan, J.L., Duncanson, M.G., Nanda, R.S. dan Currier, F., 1995, Relative Kinetic Frictional Forces Between Sintered Stainless Steel Brackets and Orthodontic Wire, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 107 (1): 20-27.