

CORRELATION OF SURFACE ROUGHNESS AND FRICTION RESISTANCE IN ORTHODONTICS

Grahita Aditya^{*,**}, Reeza Maulana Nugraha^{**}, Oedijani Santoso^{***}, Lisyani Soeromo^{****}^{*}Program Doktor Ilmu Kedokteran dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro^{**}Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Islam Sultan Agung Semarang^{***}Program studi Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro^{****}Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas DiponegoroCorrespondence: aditghozali@gmail.com**Keywords:***metal bracket surface roughness, friction resistance***ABSTRACT**

Background: The orthodontic bracket transmit significant force from orthodontic wire to the teeth. Metal ions from the bracket may undergo biodegradation due to corrosion and create micro pit on the surface which increase friction resistance. Friction resistance between the archwire and the bracket may effect tooth movement and cause loss of anchorage. This study determine the correlation between surface roughness and friction resistance in orthodontic Roth brackets.

Method: Seventeen brackets were prepared from previous study and were analyzed using SEM-EDX (Phenom Pro X) to measure surface roughness. Friction resistance were measured using universal testing machine. Data were analyzed using Spearman correlation.

Result: Significant correlation were found between surface roughness and friction resistance on orthodontic brackets ($p < 0.05$). The relationship is strongly correlated and directly proportional, with a positive coefficient value of 0.587.

Conclusion: The conclusion of the research showed that there was a significant correlation between surface roughness and friction resistance of orthodontic brackets.

PENDAHULUAN

Alat ortodonti cekat merupakan alat yang banyak digunakan oleh praktisi untuk mencegah dan merawat maloklusi yang disebabkan karena faktor genetik, lingkungan, tumbuh kembang, etnik, fungsional, dan patologi (Chapman et al., 2010). Perawatan ortodonti cekat memiliki beberapa risiko dan komplikasi karena komponen logam yang dapat menimbulkan reaksi hipersensitivitas, seperti braket dan kawat yang dilekatkan pada gigi untuk menimbulkan pergerakan gigi sesuai dengan yang diinginkan. Sebagian besar alat ortodonti tersebut dibuat menggunakan material *stainless steel*, dan nikel titanium (Tsichlaki et al., 2016) .

Stainless steel memiliki sifat yang tahan korosi, namun beberapa jenis zat yang masuk ke dalam mulut baik berupa makanan maupun minuman dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat

menyebabkan pH saliva yang asam pada pasien dan mengakibatkan terjadinya korosi atau degradasi logam (Rosdayanti et al., 2018).

Korosi adalah suatu reaksi kimiawi antara logam dengan lingkungan yang membentuk oksida logam. Korosi dapat terjadi pada kawat ortodonti berbahan *stainless steel* (SS) dalam lingkungan rongga mulut akibat pelepasan ion Ni dan Cr. Ion – ion tersebut merugikan untuk tubuh dan sifat mekanis braket atau kawat itu sendiri. (Siswanto et al., 2013)

Korosi basah merupakan termasuk jenis korosi di dalam rongga mulut atau bisa juga disebut dengan korosi elektrokimia.. Rendaman kawat NiTi dan SS dalam saliva buatan menyebabkan pelepasan ion Ni pada hari ke-7, dan ion Cr dan Fe terlepas pada hari ke-14. Rusaknya lapisan atau selaput pelindung aloi logam mengakibatkan micro pit pada permukaan kawat dan braket. Korosi yang terus menerus akan

merusak kontinuitas bahan hingga dapat menyebabkan patahnya tersebut. Gaya friksi merupakan resistensi dari dua objek ketika bergerak dan bersinggungan satu dengan yang lain. Kecepatan gerak gigi dapat dipengaruhi oleh gaya friksi. Selain itu, adanya friksi berdampak kepada rasio momen dengan gaya, dan pusat rotasi gigi dipengaruhi oleh friksi, sehingga *loss anchorage* akan terjadi (Devi, 2010; Siswanto et al., 2013).

Salah satu tehnik memperkuat penjangkaran ortodontik adalah dengan mengatasi gaya friksi antara kawat dan braket, selain itu gaya aktif yang diperlukan untuk menggerakkan gigi akan semakin kecil sehingga waktu perawatan ortodontik secara umum akan berkurang. Gaya yang hilang akibat *friction resistance* adalah sekitar 12%-60% (Iwasaki et al., 2003).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai korelasi *surface roughness* akibat *micro pit* pada permukaan braket terhadap *friction resistance*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dipakai ialah jenis analitik. Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian laboratoris *posttest only*, dengan objek penelitian berupa braket ortodonti yang telah dilakukan berbagai perlakuan dari penelitian sebelumnya Aditya et al., 2019 sebanyak 17 buah. (Aditya et al., 2019)

Pengajuan permohonan ijin penelitian telah diajukan kepada Komite Tim Etik Penelitian FKG Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Pengujian spesimen dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah

Vokasi UGM.

Braket diambil, diberi penomoran lalu disatukan dengan plat logam dengan panjang 10 cm. Tujuannya adalah untuk memudahkan saat pengujian *friction resistance*.

Pengambilan gambar sampel dilakukan dengan cara menggunakan SEM-EDX (Phenom Pro X). Pengambilan gambar sampel dilakukan oleh operator laboratorium sesuai dengan instruksi dari penulis. Pengambilan gambar dalam satu *bracket* menggunakan alat SEM membutuhkan waktu kurang lebih 10 menit. Dalam satu *bracket*, didapatkan 4 sampai 5 gambar.

Pengujian *friction resistance* pada 17 braket dilakukan pada *Universal Testing Machine*. Pengaturan alat dilakukan pengukuran dengan kawat *stainless steel upper 0,017x0,025 Inch* yang diikat pada braket lalu diukur friksi yang terbentuk antara braket dengan *arch wire*. Luaran hasil pengujian berupa satuan gaya Newton (N).

Analisis data menggunakan uji normalitas dengan *Shapiro Wilk* & berlanjut ke analisis korelasi menggunakan korelasi Pearson atau Spearman.

HASIL PENELITIAN

Hasil yang diperoleh berupa data dari perhitungan jumlah pit pada 17 braket menggunakan alat SEM dengan perbesaran 5000 kali. Data kedua diperoleh dari pengujian friksi pada 17 braket pada alat *Universal Testing Machine*. Didapati data yang ditampilkan pada paparan tabel berikut:

Tabel 1. Rata – Rata Friksi dan Jumlah Pit

No		Mean	SD	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Spearman</i>
1	Friksi	0.18 N	0.08 N	0.00*	0.013*
2	Jumlah Pit	212.25	44.40	0.12	

Pada tabel 1 ditemukan rata-rata dari hasil pengujian friksi dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* dengan satuan Newton (N) sebesar 0.18 N. Sedangkan rata-rata dari jumlah pit yang diuji menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) sebanyak 212.25 buah.

Uji Saphiro Wilk mendapatkan hasil uji rata-rata Friksi tidak terdistribusi normal dengan nilai sig 0.00, dimana nilai sig lebih kecil dari pada nilai batas kritis yaitu 0.05. Hal tersebut bisa diakibatkan karena terdapat adanya data yang ekstrem pada salah satu atau beberapa sampel. Pada pengujian uji rata-rata jumlah *micro pit* didapatkan data normal. Nilai sig 0.12 dimana lebih besar dari pada batas nilai kritis yaitu 0.05. Pengujian dilanjutkan dengan menggunakan uji non parametrik Spearman. Hasil dari uji Spearman menunjukkan nilai 0.587 dengan signifikansi 0.013 ($p < 0.05$) yang memiliki makna terdapat hubungan yang signifikan antara *micro pit* pada permukaan braket terhadap besarnya gaya friksi.

DISKUSI

Perawatan ortodonti dapat menyebabkan perubahan biologis rongga mulut seperti pH, temperatur dan juga trauma baik terhadap jaringan lunak maupun dengan gigi geligi. Saliva dalam rongga mulut berpengaruh terhadap kecepatan biodegradasi logam dan juga berperan sebagai salah satu pemicu terjadinya korosi. Korosi pada braket logam dapat menyebabkan bentuk mikro permukaan hingga menjadi kasar, bergelombang, dan tidak rata (Regis et al., 2011). Pelepasan ion yang terjadi mengurangi kekuatan kawat gigi & menyebabkan kekasaran permukaan (*surface*

roughness) (Ardhy et al., 2015).

Kekasaran permukaan berupa *micro pit corrosion* dapat mempengaruhi *sliding mechanism* dan biokompabilitas perawatan ortodontik, selain itu *micro pit corrosion* merupakan penyebab terjadinya peningkatan besar *friction resistance* pada ortodontik. *Friction resistance* memberikan pengaruh terhadap kecepatan pergerakan gigi, *ratio:moment* gaya terhadap gigi geligi serta pusat dari rotasi gigi, sehingga memungkinkan hilangnya *anchorage*. *Friction resistance* juga mempengaruhi efisiensi alat & menyebabkan kurangnya kecepatan pergerakan gigi sehingga memperlama durasi perawatan ortodonti (Eliades et al., 2002; Nur Alamsyah et al., 2015).

Penelitian tingkat kekasaran permukaan pada beberapa jenis braket menunjukkan hubungan yang signifikan pada jenis braket keramik dengan friksi yang ditimbulkan. Bahan braket keramik menunjukkan gaya gesek tertinggi terkait kekasaran permukaan, kekerasan dan kekakuan braket keramik. Gaya gesekan merupakan faktor yang merugikan yang mempengaruhi kelancaran gerakan gigi selama *sliding mechanism* pada perawatan ortodonti. Gaya gesek perlu diminimalisir seoptimal mungkin walaupun tidak mungkin untuk dihilangkan sepenuhnya (Doshi & Bhad-Patil, 2011).

Besaran friksi setelah perendaman braket dalam *Acidified Phosphate Fluoride* (APF) 0,2% juga menunjukkan peningkatan friksi pada pengujian menggunakan *load cell* (Kao et al., 2006). Gaya yang hilang karena gaya friksi berkisar antara 12–60%. Hilangnya gaya tersebut mengakibatkan

bertambahnya tarikan pada penjangkaran dan juga berkurangnya kecepatan pergerakan gigi (Iwasaki et al., 2003).

Besaran friksi merupakan kombinasi banyak faktor, dan tidak selalu bergantung pada kekasaran permukaan. Besarnya *friction resistance* bisa diakibatkan oleh dua aspek: aspek mekanis dan aspek biologis. Karakteristik kawat dan braket seperti bahan, tekstur, dimensi penampang kawat serta kekasaran permukaan kawat dan braket merupakan beberapa contoh aspek mekanis tersebut, sedangkan aspek biologis yang berperan antara lain saliva dan debris (Vijayalakshmi et al., 2009).

Komponen ortodonti selama digunakan akan terdegradasi dan menyebabkan perubahan morfologi secara mikro. Ion yang terlepas dari perubahan tersebut berdampak pada biokompabilitas, hingga mampu menyebabkan hipersensitivitas tipe IV (Eliades et al., 2002). *Friction resistance* bergantung pada besaran gaya yang bergerak pada bidang kontak antara braket & kawat busur yang mendorong kedua permukaan itu secara bersamaan, dan bahan yang digunakan (Rahardjo et al., 2013). Dari penelitian ini didapatkan korelasi yang kuat dan berbanding lurus antara jumlah pit dan *friction resistance* pada braket ortodonti.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi yang signifikan antara *surface characterization* dan *friction resistance* pada braket ortodonti logam.

Daftar Pustaka

1. *How long does treatment with fixed orthodontic appliance last? A systemic review.* Tsihlaki, Aiki. 2016, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, pp. 308-318.
2. *Perbandingan Gaya Friksi Kawat Stainless Steel Sebelum dan Setelah Perendaman dalam Saliva Buatan pada Periode Waktu yang Berbeda (Studi Laboratoris In Vitro).* Siswanto. April 2013, Jurnal Kedokteran Gigi, Vol. 4, pp. 136 - 141.
3. *Clinical ligation force and intraoral friction during sliding on a stainless steel archwire.* Iwasaki L R., Beatty M W, Randall, J Nickel J, C. 2013, Am J Orthod Dentofacial Orthop, Vol. 123(4), p. 408.
4. *Pengaruh material konservasi kolostrum terhadap pelepasan ion Ni,* Aditya G, Nuraini H, Sekarini W, 2019, Jurnal Teknosains, Vol 9(1), pp. 12
5. *Risk factor for Incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliance.* Chapman, Joshua A. 2010, American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics, pp. 188-194.
6. *Corrosion rate of titanium orthodontic wire after immersion in artificial saliva.* Leliana S, Devi AP. 2010, J.K.G. Unej, pp. 56-61.
7. *Perbandingan besar friksi antara empat macam braket.* Alamsyah, Taufik Nur. 2015, Vol. 6(1), pp. 49-54.
8. *Faktor Alergi pada Alat Orthodontik Cekat (Fixed Appliance).* Sianita, Pricillian Priska. 2011, Jurnal Kedokteran Gigi, pp. 55-59.
9. *Analisis Laju Korosi Kawat Ortodontik Lepas Stainless Steel pada Media Air Kelapa.* Reysa Rosdayanti, Diana Wibowo, Fajar Kusuma D.K. 2018, Jurnal Kedokteran Gigi, Vol. II, pp. 58-62.
10. *Jumlah Kromium (Cr) dan Nikel (Ni) Kawat Ortodontik Stainless Steel yang Terlepas pada Perendaman Saliva.* Jura, Cieny O. 2017, Jurnal Kedokteran Gigi Sam Ratulangi, pp. 1-4.
11. *Biogarden of orthodontic metallic bracket and associated implications for friction.* Regis S, et al. 2011, Am. J. Orthod Dentofac Orthop, Vol. 140, pp. 501-509.
12. *Perilaku Korosi Titanium dalam Larutan Modifikasi Saliva Buatan untuk Aplikasi Ortodontik.* Ardhy S, Gunawan & Affi J. 2015, J. Mek, Vol. 6, pp. 585-593.
13. *Nickel content of as-received, retrieved, and recycled stainless steel bracket.* Eliades T, Zinelis S, Eliades G, & Athanasios A E. 2002, Am. J. Orthod Dentofac Orthop, Vol. 122, pp. 217-220.
14. *Comparative evaluation of metallurgical properties of stainless steel and TMA archwires with timolium and titanium niobium archwires - an in vitro study.* Vijayalakshmi R D, Nagachandran K S, Kummi P, & Jayakumar P A. 2009, Indian J. Dent, Vol. 20, pp. 448-452.
15. *Comparison of frictional resistance after immersion of metal bracket and orthodontic wires in a fluoride-containing prophylactic agent.* Kao, C. T. et al. 2006, Am. J. Orthod Dentofac Orthop, Vols. 568.e1-268.e9, p.

130.

16. *Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations.* Doshi, U. H. & Bhad-Patil, W. A. 2011, Am. J. Orthod Dentofac Orthop, Vol. 139, pp. 74-79.
17. *Perbandingan Besar Friksi Antara Braket Begg dan Braket Self Ligating Menggunakan Arch Wire Stainless Steel 0.016.* Rahardjo, E., Pinandi & Wayan. 2013, J. Ked Gi, Vol. 4, pp. 57-66.