

Deformasi Slot Beberapa Produk Braket *Stainless Steel* Akibat Gaya Torque Pada Kawat *Stainless Steel*

Atika Zairina*, Erwin Siregar**, dan Nia Ayu Ismanati**

*Program Studi Ortodonsia PPDGS Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

**Bagian Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia

*Jl.Salemba Raya No.4 Jakarta Pusat 10430; e-mail: atika_1709@yahoo.com

ABSTRAK

Deformasi slot braket dapat mengurangi besar gaya torque yang akan dihantarkan ke gigi dan jaringan pendukungnya. Beberapa braket *stainless steel* yang beredar dipasaran belum pernah diteliti kualitasnya dalam perawatan ortodonsi. Tujuan penelitian adalah untuk membandingkan besar gaya torque akibat sudut puntir 30°, 45° kawat *stainless steel* dan deformasi slot permanen akibat gaya torque tersebut antara kelompok merk braket (3M, Biom, Versadent, Ormco dan Shinye). Penelitian dilakukan pada lima puluh braket *stainless steel* edgewise dari lima kelompok merk braket (n=10) di lem ke akrilik. Masing-masing braket dilakukan pengukuran tinggi slot dengan mikroskop stereoskopi lalu dipasang ke alat uji torque yang sudah dibuat untuk penelitian ini. Setelah dilakukan uji torque, braket di ukur kembali tinggi slotnya dan dibandingkan dengan pengukuran sebelumnya untuk mengetahui adanya deformasi slot. Hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan bermakna besar gaya torque pada sudut puntir 30° dan 45° antara Biom dan Shinye dengan Omrco. Gaya torque paling besar yaitu pada merk braket 3M (30°= 442,12 gmcm dan 45°= 567,99 gmcm), sedangkan yang terkecil adalah Biom (30°= 285,50 gmcm, 45°=361,38 gmcm). Perbedaan deformasi slot braket terjadi hampir pada semua kelompok merk braket. Deformasi slot braket hanya terjadi pada merk braket Biom (2,82 µm) dan Shinye (2,52 µm). Kesimpulan, salah satu faktor yang mempengaruhi besar gaya torque dan terjadinya deformasi slot yaitu komposisi dan proses manufaktur dari braket *stainless steel*. Proses manufaktur yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan kualitas braket yang buruk. Deformasi slot permanen dalam penelitian ini terjadi pada merek braket Biom dan Shinye.

Maj Ked Gi. Juni 2013; 20(1): 21 - 30

Kata kunci: Deformasi slot, torque, braket, kawat, *stainless steel*

ABSTRACT: *Slot Deformation of Various Stainless Steel Bracket Due to Torque Expression On The Wire.* Bracket slot deformation can reduce the amount of torque that will be transmitted to teeth and supporting tissues. The quality of some stainless steel brackets in the market is still questionable for orthodontic treatments. This research aims to compare the amount of torque expression due to torsion angle of 30° and 45° at the stainless steel wire and bracket slot permanent deformation caused by the torque in each examined bracket brands (3M, Biom, Versadent, Ormco and Shinye). Fifty Stainless Steel Edgewise brackets from five different brands (n = 10) were attached onto an acrylic. Each bracket slot width was measured with a stereoscopic microscope and then mounted onto a torque apparatus that had been prepared for this study. Once the torque test was done, the width of bracket slot was re-measured to determine if there was a difference from initial bracket slot width at 45°. The results of ANOVA showed significant differences in the amount of torque at torsion angle of 30° and 45° between Biom and Shinye with Omrco. The 3M transmitted the highest load (30° = 442,12 gmcm and 45° = 567,99 gmcm), while the lowest was of Biom (30° = 285,50 gmcm and 45° = 361,38 gmcm). Differences in slot bracket deformation were found virtually in all groups of bracket brands. Deformation of bracket slots occurs only in Biom (2.82 µm) and Shinye (2.52 µm). From the observation, it is concluded that one of the major factors that affect torque and deformation of bracket slot is composition and manufacturing process of the stainless steel brackets. Manufacturing process that does not meet the standard can lead to a poor quality bracket. Permanent slot deformation in this study occurs with Biom and Shinye bracket brands.

Maj Ked Gi. Juni 2013; 20(1): 21- 30.

Key Words: Slot deformation, torque, brackets, wire, *Stainless Steel*

PENDAHULUAN

Kebutuhan perawatan ortodonti di Indonesia meningkat dari berbagai kalangan anak-anak, remaja dan dewasa.¹ Piranti ortodonti yang beredar di Indonesia di impor dari mancanegara. Pertimbangan dalam memilih piranti ortodonti salah satunya adalah sifat mekanis yang dimiliki, karena berpengaruh terhadap mekanoterapi dan hasil klinis perawatan ortodonti.^{2,3}

Braket ortodonti merupakan komponen penting dalam piranti ortodonti cekat karena menghantarkan gaya dari kawat ke struktur gigi dan jaringan pendukungnya sehingga terjadi pergerakan gigi.^{4,5,6} Pergerakan gigi dalam perawatan ortodonti dihasilkan dari interaksi antara kawat dengan braket dan ditunjang jaringan periodonsium yang sehat. Braket *Stainless Steel* paling banyak digunakan karena lebih ekonomis, tidak mudah fraktur atau deformasi, tahan korosi dan biokompatibel.⁷

Komposisi logam dan proses manufaktur braket *Stainless Steel* mempengaruhi sifat fisik dan mekanis, salah satunya kekerasan dan kekuatan.⁵ Beberapa pabrik mengurangi biaya produksi dengan mengabaikan proses manufaktur yang sesuai dengan standarisasi. Hal ini tentu saja merugikan, karena berdampak pada hasil perawatan kurang baik. Jadi, kualitas braket yang baik adalah salah satu syarat untuk dapat menghantarkan gaya yang optimal dan adekuat sehingga menghasilkan pergerakan gigi yang diinginkan.^{5,7,8}

Salah satu jenis pergerakan gigi dalam perawatan ortodonti adalah *torque*. *Torque* adalah perubahan inklinasi labio atau bukalatal mahkota atau akar gigi.⁸ Gaya *torque* yang dibutuhkan yaitu 50-200 gramcentimeter (gmcm) untuk gigi insisivus sentral atas dan diperoleh dari aktivasi puntiran kawat di dalam slot braket. Menurut Lacoursiere dkk.,⁹ ekspresi *torque* yang dihasilkan dipengaruhi oleh besarnya puntiran kawat, ukuran dan jenis kawat, komposisi kawat, *play* yang dibentuk antara kawat dan slot braket, inklinasi gigi, dan resistensi deformasi slot braket. Lacoursiere dkk.⁹ menitikberatkan bahwa deformasi slot braket merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam mengurangi ekspresi *torque*. Kapur dkk.⁴ menemukan bahwa deformasi elastis yang terjadi

dapat mengurangi besar gaya *torque* yang akan dihantarkan ke gigi dan jaringan pendukungnya, dan deformasi plastis juga terjadi pada beberapa merk braket *Stainless Steel* yang diteliti.

Berbagai penelitian di luar negeri yang membandingkan deformasi slot braket akibat gaya *torque* dari berbagai jenis braket *Stainless Steel* sudah dilakukan.^{5,9} Namun, penelitian tersebut menggunakan merk braket yang tidak beredar di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang membandingkan besarnya gaya *torque* yang dihasilkan dan deformasi slot dari berbagai merk braket *Stainless Steel* yang memang beredar dan digunakan di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penulis ingin mengetahui mengenai besarnya gaya *torque* yang dihasilkan dan deformasi slot braket dari beberapa merk braket *Stainless Steel* yang beredar di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan eksperimental laboratorium yang dilakukan di laboratorium Biomedis Universitas Indonesia, Gedung Pascasarjana Salemba dan PT Surya Sarana Dinamika, Bandung pada bulan Maret - April 2013. Sampel yang digunakan yaitu lima kelompok merk braket *Stainless Steel* Edgewise (*tip* dan *torque* 0°) slot .022" untuk gigi insisivus sentral atas kanan yaitu kelompok A braket Dyna-Lock edgewise produk 3M (USA), kelompok B produk Biom (Cina), kelompok C produk Versadent (USA), kelompok D braket Mini Diamond produkOrmco (USA) dan kelompok E produk Shinye (Cina) dengan masing-masing kelompok sebanyak 10 braket. Sampel braket dipasang pada alat uji *torque* dan kemudian diaplikasikan gaya *torque* dari kawat *Stainless Steel* .019x.025" dengan sudut puntir 30° dan 45°. Deformasi slot braket dilihat melalui mikroskop stereo dengan mengukur perbedaan tinggi slot braket sebelum dan sesudah aplikasi gaya *torque*.

Penelitian menggunakan alat uji *torque* yang dirakit sendiri dan telah dikalibrasi di Balai Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung. Alat uji *torque* terdiri dari meja translasi untuk pengaturan sampel



Gambar 1. Alat uji *torque* dari arah lateral



(A)



(B)

Gambar 2. (A) Mikroskop stereoskopi Discovery V12 (Carl Zeiss Microimaging GmbH, Jerman) yang tersambung dengan komputer dan AxioCam. (B) Perangkat lunak ZEN lite

braket, penjepit sampel, *crosshead*, *servomotor*, *chart recorder* dan AVO meter (Gambar 1). *Servomotor* merek *Cool Muscle* akan memuntir kawat dan *chart recorder* akan menampilkan besar gaya *torque* berdasarkan sudut puntir kawat dalam satuan gram sentimeter (gmcm).

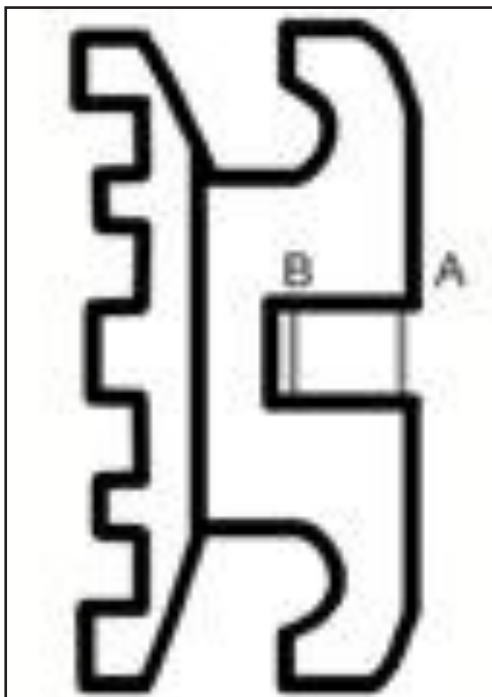
Mikroskop stereoskopi yang digunakan yaitu Discovery V12 yang disambungkan dengan perangkat komputer dan AxioCam (Gambar 2A) dan perangkat lunak Zen lite (Gambar 2B). Tempat peletakan braket yaitu plat akrilik dengan bentuk balok panjang 39 mm, lebar 6 mm dan tinggi 18 mm, lem loctite 495,

kawat *Stainless Steel* .019x0.025", karet elastomerik, kuas, pinset braket, alat tulis dan alkohol 70%.

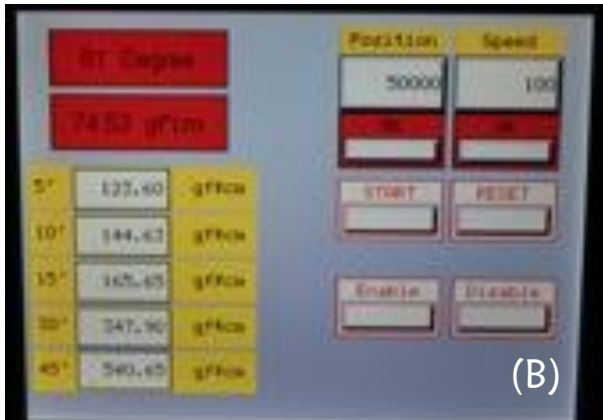
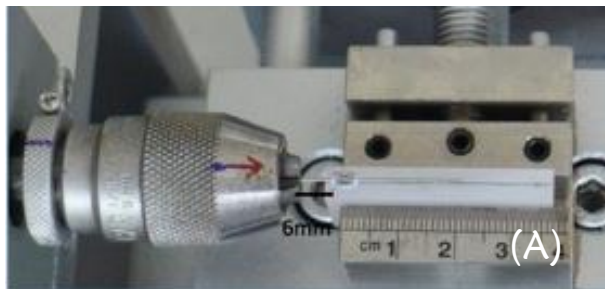
Penelitian ini diawali dengan penelitian pendahuluan dan uji kesesuaian intraobserver dengan uji Bland-Altman. Pemilihan braket dilakukan secara acak untuk menyamakan identitas braket, dilakukan oleh pihak lain dengan mengetahui kode nomor urut dengan merk braketnya dan di catat dalam buku penelitian. Braket ditempel pada akrilik dengan lem loctite 495 lalu di pasang pada mikroskop stereoskopi untuk dilakukan pengukuran pertama tinggi slot braket. Pengukuran tinggi slot

braket dilakukan dengan membuat dua garis yaitu garis terluar braket (A) dan garis terdalam braket (B) (Gambar 3). Hasil pengukuran menggunakan rumus $A+B/2$.

Setelah dilakukan pengukuran tinggi slot pertama lalu kawat *Stainless Steel* .019x0.025" diligasi dengan karet elastomeric ke slot braket. Akrilik dengan sampel braket dipasang ke alat uji *torque* dengan pengaturan akrilik harus sejajar dengan ujung *crosshead* dan berjarak 6 mm dari ujung *crosshead* ke jarak antara sisi mesial braket lalu dikencangkan. Jarak ini berdasarkan rata-rata jarak antar braket pada gigi insisivus rahang atas (jarak interbraket didalam mulut) (Gambar 4A). Servomotor sebagai penggerak akan memuntir kawat dengan kecepatan rata-rata *crosshead* 4°/menit yang sudah diprogram ke servomotor dan *chart recorder* akan menampilkan gaya *torque* dalam satuan gram sentimeter (gmcm) (Gambar 4B). Setelah dilakukan uji *torque*, kawat dilepas lalu dilakukan pengukuran tinggi slot yang kedua dengan mikroskop stereo. Deformasi slot braket dilihat dengan membandingkan pengukuran tinggi slot sebelum dan sesudah uji *torque*.



Gambar 3. Pengukuran dari arah lateral dengan menggunakan dua garis yaitu garis A dan garis B. (Sumber : Cash AC, dkk. 2004)¹³



Gambar 4. (A) Peletakan akrilik di alat uji *torque*. (B) *Chart recorder* pada servomotor akan menampilkan gaya *torque* dalam gmcm

HASIL PENELITIAN

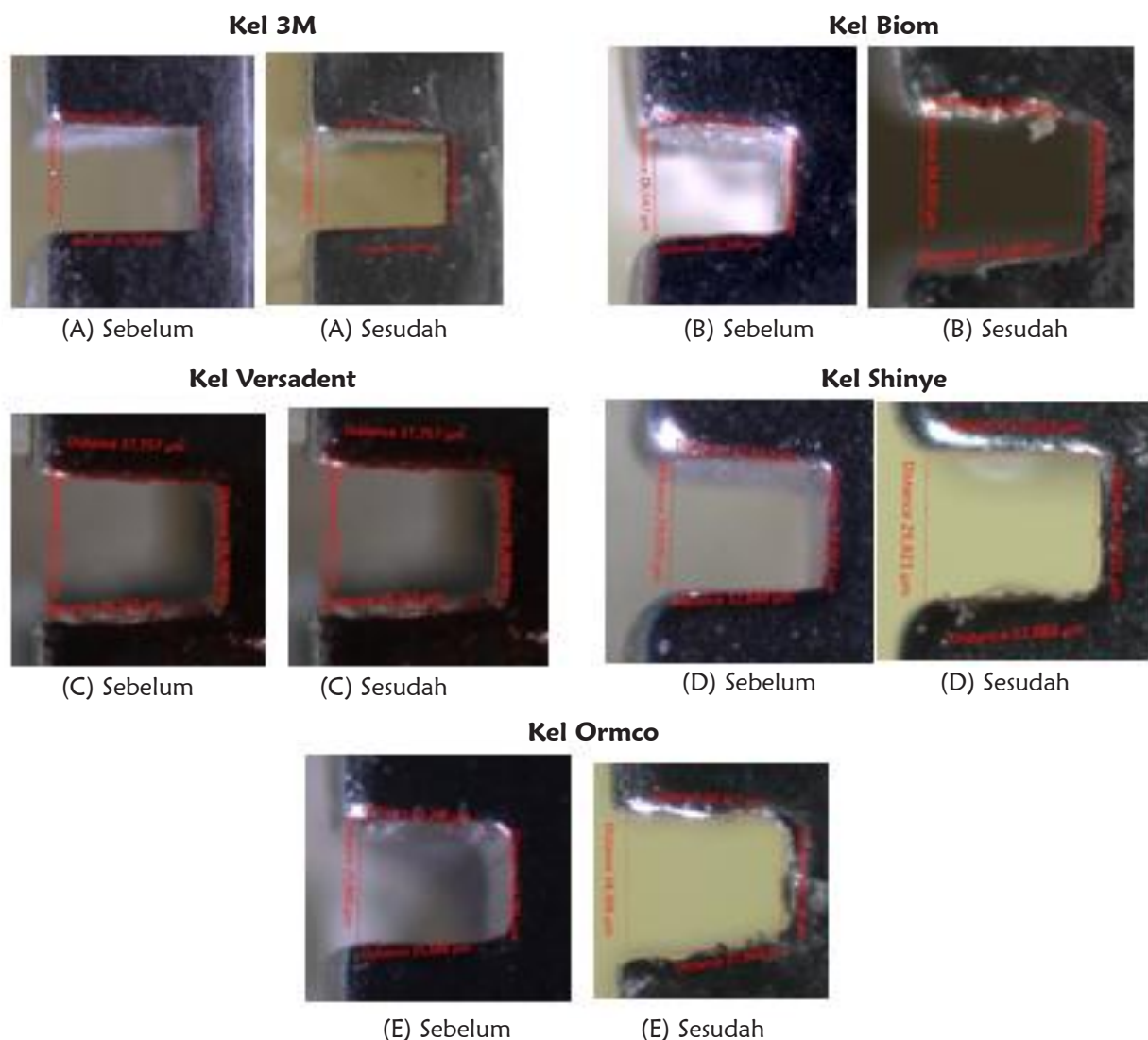
Tabel 1 menunjukkan nilai rerata besar gaya *torque* kawat *Stainless Steel* .019x.025" pada braket kelompok A (Dyna-Lock Edegewise 3M), B (Biom), C (Versadent), D (Ormco) dan E (Shinye) dengan sudut puntir 30° dan 45° dan perbedaan besar gaya *torque* antara beberapa kelompok merk braket dengan kelompok D (Ormco) sebagai kelompok pembanding. Besar gaya *torque* dengan sudut puntir 30° dan 45° terbesar pada kelompok A (3M) dan terkecil pada kelompok B (Biom) dan kelompok E (Shinye).

Uji multivariat untuk sudut puntir 30° dan 45° menunjukkan keseluruhan hasil uji dengan nilai $p < 0.05$ maka disimpulkan bahwa paling tidak terdapat dua kelompok yang berbeda. Selanjutnya untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda maka dilakukan uji *post hoc* (Bon ferroni) dengan kelompok pembanding yang standar yaitu kelompok D (Ormco). Hasil menunjukkan perbedaan bermakna secara statistik ($p < 0.001$) antara Biom - Ormco

dan Shinye-Ormco pada sudut puntir 30°. Analisa statistik untuk perbedaan gaya *torque* dengan sudut puntir 45° terlihat perbedaan bermakna secara statistik ($p < 0.001$) antara 3M – Ormco, Biom – Ormco dan Shinye-Ormco (Tabel 1).

Gambar 5 menunjukkan perbedaan tinggi slot braket sebelum dan sesudah uji *torque* pada kelompok antar merk braket. Peneliti menetapkan deformasi pada braket terjadi apabila selisih rerata tinggi slot braket sebelum dan sesudah uji *torque* $> 2 \mu\text{m}$. Hal ini sesuai juga dengan penelitian Kapur dkk.⁴

Uji deformasi slot antar kelompok merk braket akibat gaya *torque* kawat *Stainless Steel* .019x.025” dengan sudut puntir 45° digunakan analisis komparatif numerik berpasangan dua kelompok yaitu uji *t-test* berpasangan. Nilai *p* secara statistik untuk semua kelompok berbeda bermakna ($p < 0,05$) tetapi secara klinis selisih rerata tinggi slot sebelum dan sesudah aplikasi gaya *torque* mengalami deformasi permanen apabila ada pelebaran tinggi slot $\geq 2 \mu\text{m}$ yang terdapat pada Biom (2,82 μm) dan Shinye (2,52 μm) (Tabel 2).



Gambar 5. Foto uji antar braket sebelum dan sesudah pemberian gaya *torque* kawat *Stainless Steel* .019x.025” dengan sudut puntir 45°. Pelebaran slot terlihat jelas pada kelompok merk braket Biom dan Shinye.

Tabel 1. Hasil pengukuran perbedaan gaya *torque* kawat *Stainless Steel* .019x.025” dengan sudut puntir 30° dan 45° antara kelompok braket

	Kel	Rerata (gmcm)	SD (gmcm)	Nilai p	Selisih rerata (gmcm)	Min	Maks
Sudut puntir 30°	3M	442,12	36,55	0,113	25,07	-6,16	56,31
	Biom	279,36	35,28	<0,001*	-137,68	-168,92	-106,45
	Versadent	393,58	22,91	0,137	-23,47	-54,71	7,76
	Shinye	285,50	35,61	<0,001*	-131,54	-162,78	-100,31
	Ormco	417,05	40,50	Pembanding			
Sudut puntir 45°	3M	567,99	63,28	<0,001*	67,55	32,69	102,42
	Biom	361,48	10,11	<0,001*	-138,96	-173,82	-104,09
	Versadent	523,93	29,83	0,181	23,49	-11,37	58,36
	Shinye	432,12	38,85	<0,001*	-68,32	-103,19	32,69
	Ormco	500,44	31,38	Pembanding			

Uji Post-hoc pada generalized linear model (GLM)

*Nilai $p < 0.001$ = terdapat perbedaan bermakna secara statistik dengan kelompok D (pembanding).

Tabel 2. Hasil pengukuran tinggi slot braket sebelum dan sesudah uji *torque* (deformasi slot braket) pada masing-masing kelompok braket

Kel	Waktu pengukuran	Rerata tinggi slot braket (μm)	SD (μm)	Selisih rerata (μm)	Min	Maks	Nilai p
3M	Sebelum	29,49	0,32	-0,54	-0,86	-0,22	0,004*
	Sesudah	30,03	0,48				
Biom	Sebelum	27,87	1,13	-2,82	-3,36	-2,28	<0,001**
	Sesudah	30,69	0,90				
Versadent	Sebelum	28,36	1,07	-1,23	-1,55	-0,91	<0,001**
	Sesudah	29,59	1,15				
Shinye	Sebelum	27,50	0,51	-2,52	-3,93	-1,11	0,003*
	Sesudah	30,02	1,81				
Ormco	Sebelum	27,84	0,50	-0,54	-0,73	-0,34	<0,001**
	Sesudah	28,38	0,57				

Uji t berpasangan

* Nilai $p < 0.05$ = terdapat perbedaan bermakna secara statistik , tetapi secara klinis selisih rerata yang bermakna adalah $> 2 \mu\text{m}$.

**Nilai $p < 0.0001$ = terdapat perbedaan bermakna secara statistik , tetapi secara klinis selisih rerata yang bermakna adalah $> 2 \mu\text{m}$.

Tabel 3. Hasil pengukuran perbedaan deformasi slot braket antara kelompok merk braket akibat gaya *torque* kawat Stainless Steel .019x.025” dengan sudut puntir 45°

Kel	Rerata (μm)	SD (μm)	Median	Min	Maks	Nilai p
3M	0,54	0,45	0,34	0,14	1,39	<0,001*
Biom	2,82	0,76	2,87	1,65	4,19	
Versadent	1,23	0,45	1,24	0,56	1,89	
Ormco	0,54	0,27	0,43	0,30	1,12	
Shinye	2,52	1,97	1,76	0,52	6,17	

Uji Kruskal Wallis

* Nilai $p < 0.001$ = terdapat perbedaan bermakna secara statistik ,**Tabel 4.** Analisis *post-hoc* untuk perbedaan deformasi slot braket antara kelompok A,B,C,D,E akibat gaya *torque* kawat Stainless Steel .019x.025” dengan sudut puntir 45°

	Biom	Versadent	Shinye	Ormco
3M	<0,001**	0,008*	0,001*	0,326
Biom		<0,001**	0,290	<0,001**
Versadent			0,151	0,001*
Shinye				0,001*

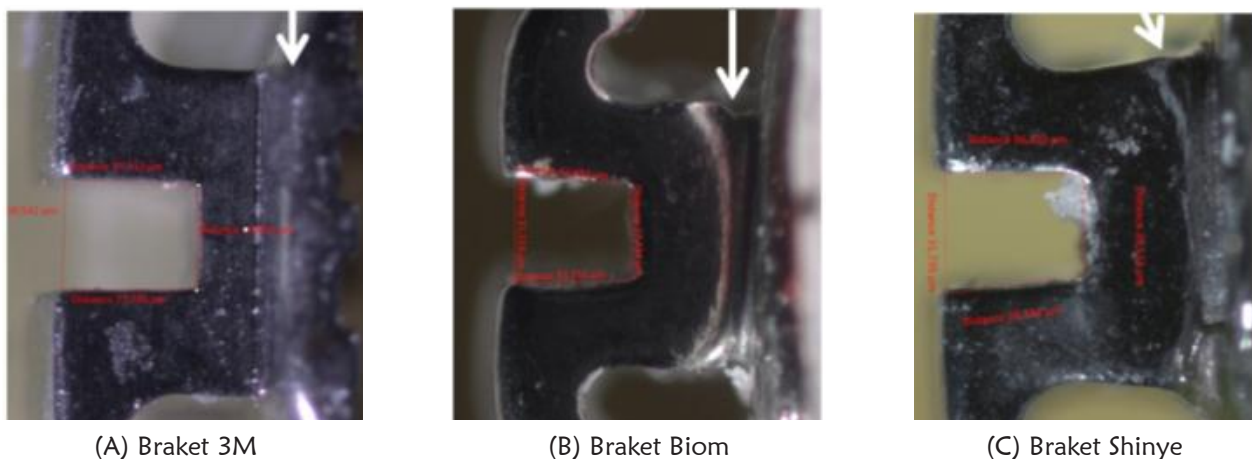
Uji Mann-Whitney* Nilai $p < 0.05$ = terdapat perbedaan bermakna secara statistik** Nilai $p < 0.0001$ = terdapat perbedaan bermakna secara statistic

Perbedaan deformasi slot braket antara kelompok merk braket akibat gaya *torque* kawat Stainless Steel .019x.025” dengan sudut puntir 45° di analisa dengan uji Kruskal Wallis dan diperoleh nilai $p < 0.001$ sehingga disimpulkan ada perbedaan bermakna secara statistik deformasi slot antara beberapa kelompok merk braket (Tabel 3).

Selanjutnya, untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda maka dilakukan *post hoc* dengan uji Mann-Whitney (Tabel 4). Nilai p pada tabel analisa *post-hoc* yaitu ada perbedaan bermakna antara beberapa kelompok braket kecuali antara merk braket 3M dengan Ormco, Biom dengan Shinye dan Versadent dengan kelompok Shinye.

PEMBAHASAN

Besar gaya *torque* paling besar pada sudut puntir 30° dan 45° yaitu braket 3M, urutan kedua yaitu Ormco dan ketiga adalah Versadent. Versadent menunjukkan besar gaya *torque* lebih besar daripada Ormco pada sudut puntir 45° (Tabel 1). Sedangkan, urutan yang keempat adalah Shinye dan paling terakhir yaitu Biom. Besar gaya *torque* yang dihasilkan dipengaruhi dari faktor kawat, braket dan morfologi gigi. Menurut Kapur,¹⁰ faktor braket yaitu bahan material, proses manufaktur, desain, ukuran slot, bentuk slot, metode ligasi dan terjadinya deformasi permanen slot braket saat aplikasi gaya. Pada penelitian ini metode ligasi menggunakan



Gambar 6. Foto mikroskop stereo (A) Braket 3M, (B) Braket Biom, (C) Braket Shinye. Tanda panah menunjukkan area persambungan antar komponen sayap dengan dasar braket. Braket Biom dan Shinye terlihat area persambungan melalui proses *brazing*

modul elastomerik karena menurut Flores dkk⁵ ligasi dengan kawat ligatur atau modul elastomerik tidak berefek terhadap terjadinya deformasi permanen braket *Stainless Steel*.

Dari penelitian ini besar gaya *torque* pada semua kelompok braket melebihi dari gaya *torque* yang dibutuhkan secara klinis terutama pada sudut puntir 45°. Kelompok merk braket 3M pada sudut puntir 45° menghasilkan gaya *torque* paling besar yaitu > 500 gmcm. Hal ini sesuai dengan penelitian eksperimental yang dilakukan oleh Lacoursiere dkk⁹ bahwa gaya *torque* dalam penelitian tersebut mencapai 900 gmcm dengan sudut puntir 51°. Beliau menjelaskan bahwa dalam praktik sehari-hari aplikasi gaya *torque* pada kawat biasanya hanya sebesar 20° dan dilakukan sebelum kawat dimasukkan ke dalam slot braket. Saat dimasukkan ke slot braket terjadi aktivasi regangan/*torsion* pada kawat sehingga sudut puntir kawat akan bertambah.⁹ Oleh karena itu, dalam penelitian eksperimen laboratorium ini sudut puntir yang digunakan sampai 45° untuk menyamakan kondisi klinis.

Walaupun dalam penelitian ini semua merk braket menghasilkan gaya *torque* awal yang sesuai, tetapi apabila terjadi deformasi slot permanen maka gaya yang akan dihantarkan semakin berkurang dan pergerakan gigi terhambat. Menurut Lacoursiere dkk.,⁹ deformasi slot braket merupakan

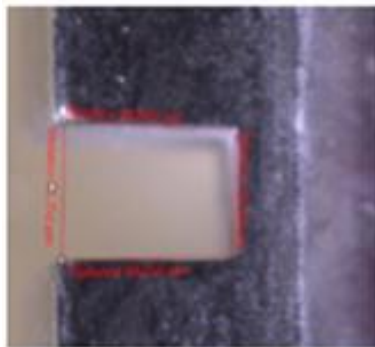
penyebab kehilangan ekspresi *torque*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa ada perbedaan deformasi slot braket hampir pada semua merk braket kecuali antara braket 3M - Ormco, Biom – Shinye dan Versadent - Shinye (Tabel 4). Braket 3M dan Ormco masing-masing menunjukkan selisih tinggi slot braket sebelum dan sesudah aplikasi gaya *torque* yaitu 0,54 μm sehingga secara klinis tidak terjadi deformasi slot braket permanen. Sedangkan, pada braket Biom dan Shinye terjadi selisih tinggi slot sebelum dan sesudah aplikasi gaya *torque* pada masing-masing kelompok yaitu 2,82 μm dan 2,52 μm sehingga secara klinis terjadi deformasi slot braket permanen.

Beberapa hal yang dapat menyebabkan deformasi permanen yaitu bentuk geometri slot divergen dengan sudut/tepi slot membulat, komposisi logam dan proses manufaktur braket tidak sesuai dengan standarisasi. Proses manufaktur untuk braket 3M, Ormco dan Versadent dari data spesifikasi yang diperoleh yaitu MIM (*Metal Injection Molding*), sedangkan untuk braket Biom dan Shinye dari hasil foto dengan pemeriksaan mikroskopi stereo terlihat sambungan dua logam dengan logam pengisi antara komponen sayap dengan dasar braket pada braket Biom dan Shinye sehingga kemungkinan proses manufaktur kedua merk braket tersebut melalui proses *brazing* (Gambar 6). Menurut Eliades dkk¹¹, berbagai bahan dasar *brazing* yang digunakan

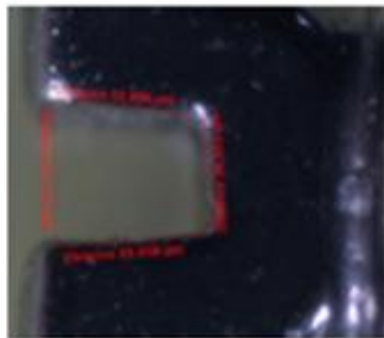
dengan *Stainless Steel* tidak menghasilkan kualitas braket yang ideal dan bersifat korosif sehingga rentan terjadinya deformasi permanen slot braket.

Hasil gambar mikroskop stereo terlihat bentuk slot untuk braket 3M, Versadent dan Ormco lebih persegi, sudut tajam dan dinding slot atas dan bawah sejajar, sedangkan pada braket Biom dan

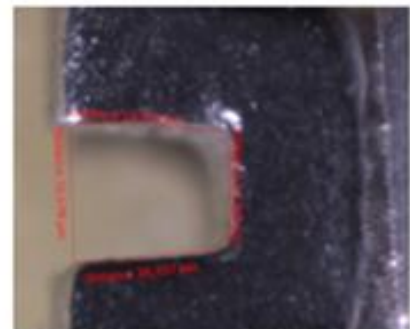
Shinye bentuk slot lebih divergen/melebar ke arah luar, sudut membulat dan dinding slot atas dan bawah tidak sejajar (Gambar 7). Menurut Cash dkk. dan Kapur,^{12,13} bentuk slot yang divergen dengan sudut/tepi slot membulat dapat mengurangi gaya *torque* yang dihasilkan karena area kontak antara slot dengan kawat berkurang.



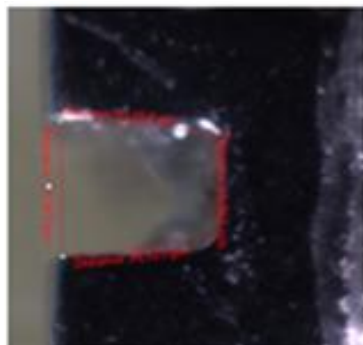
Braket Kelompok
Ormco



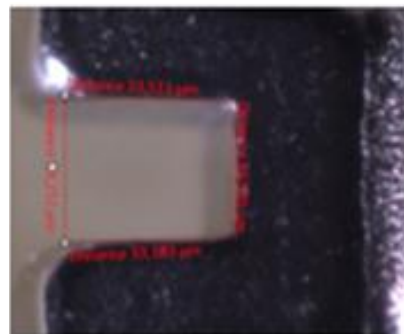
Braket Kelompok
Biom



Braket Kelompok
Versadent



Braket Kelompok D
3M



Braket Kelompok E
Shinye

Gambar 7. Foto mikroskop stereo antara kelompok merk braket menunjukkan perbedaan bentuk slot braket dan sudut dasar slot braket.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa besar gaya *torque* yang paling besar pada sudut puntir 30° dan 45° yaitu pada kelompok A braket Dyna-Lock edgewise produk 3M (USA), urutan kedua dan ketiga yaitu kelompok D braket Mini Diamond produk Ormco (USA) dan kelompok C (Versadent). Sedangkan, urutan keempat yaitu kelompok E (Shinye) dan gaya *torque* yang paling kecil yaitu pada kelompok B (Biom). Deformasi slot permanen secara statistik dan klinis terdapat perbedaan yang bermakna pada braket Biom dan Shinye terhadap merk braket lainnya. Deformasi slot permanen disimpulkan terjadi pada merk braket Biom dan Shinye

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan gambaran dan informasi bagi ortodontis dan masyarakat mengenai perbedaan kualitas beberapa merk braket Stainless Steel khususnya dalam menghantarkan gaya *torque* dan terjadinya deformasi slot permanen. Hasil penelitian diharapkan menjadi salah satu dasar untuk kontrol kualitas braket yang beredar di Indonesia sehingga efektivitas dan keamanan pasien lebih terjamin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Foster TD. Buku ajar ortodonsi. Edisi 3. Jakarta: EGC; 1993. H. 311-20.
2. Anusavice KJ. Phillips's science of dental material. Ed 11. St.Louis: Saunders; 2003. H. 73-88, 637-9.
3. Brantley WA, Eliades T. Orthodontic materials. Ed 1. Stuttgart-New York: Thieme; 2001. H. 160-7.
4. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Comparison of load transmission and bracket deformation between titanium and stainless steel bracket. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1999;116: 275-8.
5. Flores DA et al. Deformation of metal brackets: a comparative study. Angle Orthod. 1994; 64(4): 283-90.
6. Sriram G, Krishnaswamy NR. Evaluation of elastic deformation in stainless steel and titanium bracket – a comparative study using finite element method (FEM). 2011; 2(4): 308-12.
7. Oh KT, Choo SU, Kim KM, Kim KN. A stainless steel bracket for orthodontic application. Eur J Orthod. 2005; 27: 237-44.
8. Thurow RC. Edgewise orthodontics. Ed 3. St.Louis: Mosby; 1972. 22-9, 35-7, 45-8, 60-2.
9. Lacoursiere RA et al. Measurement of orthodontic bracket tie wing elastic and plastic deformation by arch wire torque expression utilizing an optical image correlation technique. J of Dent Biomechanics. 2010; 1-7.
10. Kapur R. Physical and mechanical properties affecting torque control. J Clin Orthod. 2004; 38(6): 335-40.
11. Eliades G, Eliades T, Branley WA, Watts DC. Dental materials in vivo: aging and related phenomena. Ed 1. New York: Quintessence Publishing; 2003: 139-45.
12. Kapur R. Physical and mechanical properties affecting torque control. J Clin Orthod. 2004; 38(6): 335-40.
13. Cash AC, Good SA, Curtis RV, McDonald F. An evaluation of slot size in orthodontic brackets-are standards as expected. Angle Orthod. 2004; 74: 450-3.