

# PERBEDAAN KUAT REKAT TARIK DAN GESER PADA REBONDING DENGAN DAN TANPA PENGETSAAN BRAKET LOGAM DAUR ULANG

Victoriana Dian Milasari\*, Prihandini IWS\*\*, Pinandi Sri P\*\*\*  
\*Karyasiswa Program Studi Ortodonsia PPDGS-1 FKG UGM  
\*\*Bagian Ortodonsia FKG UGM  
\*\*\*Bagian Ortodonsia FKG UGM

## ABSTRAK

Pasien dengan perawatan ortodontik sering mengalami braket yang terlepas. Insidensi terlepasnya braket bervariasi antara 3,5% sampai dengan 23%. Hal ini membutuhkan tindakan *rebonding* yang kurang disukai oleh ortodontis karena memperpanjang waktu kerja. *Rebonding* tanpa proses etsa kiranya dapat mengurangi waktu dan diharapkan tetap memiliki kuat rekat yang baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kuat rekat tarik dan geser pada *rebonding* braket daur ulang dengan pengetsaan dan membandingkannya dengan *rebonding* braket daur ulang tanpa pengetsaan.

Penelitian ini menggunakan 40 gigi premolar pertama manusia. Dilakukan perekatan awal, 20 gigi premolar dilakukan *bonding* braket untuk uji kuat rekat tarik dan 20 gigi premolar dilakukan *bonding* braket untuk uji kuat rekat geser. Pengujian dan pengukuran dilakukan dengan mesin *Pankee Person Equipment*. Selesai pengukuran, dilakukan daur ulang braket dengan pembakaran dan dilakukan *rebonding*, kemudian dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok A (20 buah) akan dilakukan *rebonding* tanpa pengetsaan dan kelompok B (20 buah) akan dilakukan *rebonding* dengan pengetsaan. Masing-masing kelompok akan dibagi menjadi 2 kelompok lagi. 10 buah lagi akan diuji dengan kuat rekat tarik dan 10 buah lagi akan diuji dengan kuat rekat geser. Dilakukan pengukuran kembali.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat rekat tarik dan geser *rebonding* braket daur ulang dengan pengetsaan tidak berbeda dengan kuat rekat tarik dan geser *rebonding* braket tanpa pengetsaan ( $p > 0,05$ ).

**Kata kunci :** rebonding dengan pengetsaan, rebonding tanpa pengetsaan, kuat rekat tarik, kuat rekat geser, braket logam daur ulang

## ABSTRACT

*During orthodontic treatment, the incidence of loose brackets has varied 3.5% to 23%. Therefore loose brackets requires rebonding of which is nuisance for orthodontics because it extends chair time. Rebonding without etching might decrease chair time and hopeful still has bond strength. The objective of the study was to find out the shear bond strength and tensile bond strength during the rebonding of recycle brackets with etching and comparing to the rebonding of recycled brackets without etching.*

*This study used 40 human first premolar brackets. It conducted first bonding, 20 premolar brackets was treated bonding brackets to test the tensile bond strength and 20 premolar brackets was treated bonding bracket to test the shear bond strength. The test and measurement were conducted by Pankee Person Equipment machine. After the measurement, it was conducted brackets recycling by heating and rebonding, and then divided into 2 groups. Group A (20 items) will be conducted rebonding without etching and group B (20 items) will be conducted rebonding with etching. Respective group will be divided furthermore into 2 sub-groups. Ten more items will be tested for shear bond strength. It was conducted re-measurement.*

*The result of this study shows that tensile and shear bond strength of recycled brackets rebonding with etching is not difference with the tensile and shear bond strength of recycled brackets rebonding without etching ( $p > 0.05$ ).*

**Key words :** *Rebonding with etch, rebonding without etch, tensile bond strength, Shear bond strength, recycle brackets*

## PENDAHULUAN

Alat ortodontik cekat adalah alat ortodontik yang direkatkan pada gigi-gigi dengan perantara *bonding* atau *banding* dan alat tersebut tidak dapat dipasang atau dilepas oleh pasien sendiri<sup>1</sup>. Perawatan ortodontik dengan alat cekat kini pada umumnya menggunakan bahan *bonding* yang merupakan suatu resin komposit yang langsung dapat digunakan sebagai bahan perekat braket. Braket ortodontik direkatkan secara langsung pada permukaan gigi menggunakan resin komposit dengan etsa email, dikenal dengan sistem perlekatan langsung atau sistem *bonding*<sup>2</sup>.

Bahan *bonding* ortodontik mempunyai komposisi antara lain Bis-GMA, silane dan bahan pengisi anorganik dengan persentase tinggi yaitu *quartz* dan silika yang menyebabkan bahan *bonding* ortodontik menjadi tahan terhadap abrasi dan menurunkan koefisien ekspansi<sup>3</sup>. Bis-GMA merupakan bahan yang populer digunakan dalam bidang ortodontik. Pada ikatan rantai peroksida Bis-GMA akan terjadi aktivitas secara kimia yang merupakan suatu polimerisasi dari rantai polimer dengan gugus-gugus monomer. Proses polimerisasi terjadi melalui penambahan monomer sehingga menyebabkan bahan *bonding* yang sudah mengeras dapat menyatu dengan bahan *bonding* baru yang direkatkan. Proses polimerisasi tersebut terjadi dengan atau tanpa bantuan sinar ultra violet, dalam waktu relatif singkat<sup>4</sup>.

Penggunaan braket di dalam mulut dengan direkatkan secara langsung (*bonding*), seringkali lepas dari permukaan email yang disebabkan oleh tekanan kunyah, sikat gigi atau tindakan operator yang dapat menghambat atau mengganggu perawatan ortodontik, rerata frekuensi lepasnya braket bervariasi antara 3,5% sampai 23%. Lepasnya braket ini menyebabkan ortodontis harus merekatkan kembali pada posisi semula (*rebonding*) dengan prosedur perekatan yang diawali dengan pembersihan permukaan email dari sisa bahan *bonding*, melakukan pengetsaan kembali dan melakukan daur ulang dari braket terutama bila menggunakan braket logam. Prosedur ini memperpanjang waktu kerja dan menjadi alasan mengapa *rebonding* kurang disukai<sup>5</sup>.

Proses daur ulang adalah menghilangkan bahan perekat braket tanpa merusak *mesh* braket

atau merubah bentuk alur (slot) braket, sehingga braket tersebut dapat digunakan kembali<sup>5</sup>. Daur ulang braket menguntungkan karena dapat memperkecil biaya dan pemborosan bagi ortodontis dan pasien<sup>6</sup>.

Proses etsa biasanya menggunakan bahan kimia berupa asam fosfat 37% yang dioleskan pada permukaan email. Proses etsa biasanya dilakukan kembali apabila braket lepas, tetapi ortodontis harus mencegah terjadinya kerusakan email yang berlebihan karena pada proses etsa dapat mengakibatkan hilangnya lapisan email sebesar 6,7  $\mu\text{m}$ <sup>7</sup>. Proses etsa juga menyebabkan berkurangnya kadar fluor gigi, yaitu pada kedalaman 50  $\mu\text{m}$  setelah dietsa terjadi penurunan kadar fluor dari 300 ppm menjadi 100 ppm (Phillips, 1991)<sup>8</sup>. Hal ini menyebabkan pada kondisi-kondisi tertentu, proses pengulangan etsa sebaiknya tidak perlu dilakukan, misalnya jika lepasnya braket akibat tindakan ortodontis, dalam waktu yang singkat dan belum terkontaminasi dengan bahan-bahan kimia yang dapat menghambat perekatan ulang dari braket. Mikroporositas baru dapat terjadi apabila dilakukan etsa ulang sehingga terjadi ikatan mekanik atau dapat juga terjadi ikatan secara kimia antara bahan *bonding* yang lama dengan yang baru, tetapi kekuatan rekatnya menjadi lebih rendah disebabkan karena sisa *resin tags* yang ada tidak didukung oleh email di sekitarnya yang hilang disebabkan teknik etsa ulang<sup>9</sup>.

Tujuan Penelitian untuk mengetahui perbedaan kuat rekat tarik dan geser pada *rebonding* dengan dan tanpa pengetsaan braket logam daur ulang.

Manfaat Penelitian ini adalah hasil penelitian dapat digunakan untuk mempercepat *chair time* perawatan pasien, bila diketahui tidak diperlukan pengetsaan pada perekatan ulang braket daur ulang maka waktu kerja akan menjadi lebih singkat dan mencegah terjadinya kerusakan email, hasil penelitian dapat memberikan pengetahuan tambahan kepada ortodontis tentang prosedur perekatan ulang dari braket logam daur ulang

## METODE PENELITIAN

Subjek penelitian terdiri dari 40 buah gigi premolar atas ditanam dalam kotak dengan bahan *self curing acrylic*, 20 buah gigi premolar

untuk diuji kekuatan geser dan 20 buah gigi premolar untuk diuji kekuatan tarik.

Permukaan bukal seluruh gigi premolar pertama tersebut direkatkan braket *Begg* dengan bahan *bonding Unite*. Cara perekatan braket pada permukaan email gigi :

- a. Pertama kali permukaan gigi dibersihkan dengan *brush* dan *bubuk pumice* kemudian dibilas dengan air dan dikeringkan dengan hembusan udara kering.
- b. Dioleskan bahan etsa berupa asam fosfat 37% pada permukaan email dari bagian bukal gigi premolar selama 30 detik, kemudian disemprotkan dengan air 15 detik dan dikeringkan lagi dengan menyemprotkan udara kering 10 detik.
- c. Cairan primer dioleskan dengan kuas pada permukaan email daerah bukal gigi premolar dan pada permukaan *mesh* dari braket.
- d. Pasta bahan *bonding* diletakkan pada permukaan *mesh* dari braket yang dijepit dengan pinset, kemudian braket diletakkan pada permukaan email daerah bukal gigi premolar. Ketinggian braket diukur dengan braket *gauge*, lalu braket di tekan sesuai tehnik yang dilakukan di klinik dengan kekuatan 500 gr, kelebihan bahan perekat dibersihkan.

Seluruh subyek penelitian ini disebut kelompok 1 (perekatan awal), selanjutnya dimasukkan kedalam saliva buatan lima menit setelah dilakukan *bonding* braket. Perendaman braket dalam saliva dilakukan selama 24 jam, kemudian dilakukan pelepasan braket dan pengukuran kuat rekat tarik dan geser dengan mesin *Pearson Pankee Equipment*. Permukaan gigi dibersihkan dari sisa bahan *bonding* dengan menggunakan *bonding remover*, kemudian dibersihkan dengan *brush* dan bubuk *pumice* 10 detik, dibilas dengan air 10 detik dan dikeringkan dengan hembusan angin kering 10 detik. Dilakukan daur ulang braket dengan cara basis braket dibakar menggunakan *torch* pada zona 2 (daerah api yang berwarna biru) selama 10 detik, dicelupkan pada air dingin, mesh braket dibersihkan dengan brush dan pumice 10 detik, dicuci dengan ultrasonic cleanser selama 15 menit.

Saat ini seluruh subyek penelitian siap untuk dilakukan *rebonding* dengan bahan *bonding Unite* dan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok 2 dan kelompok 3. Kelompok

2: dilakukan *rebonding* dengan pengetsaan sebanyak 20 subyek penelitian, kelompok 3: dilakukan *rebonding* tanpa pengetsaan sebanyak 20 subyek penelitian

Tahap perekatan kembali (*Rebonding*)

- a. Perekatan Kelompok 2, *rebonding* dengan pengetsaan  
Permukaan email daerah bukal yang telah di *bonding* sebelumnya dilakukan pengetsaan dengan asam fosfat 37% selama 30 detik, disemprot dengan air 15 detik, dikeringkan dengan angin kering 10 detik. Permukaan email dan permukaan *mesh* dioleskan bahan primer dari bahan *bonding* kemudian braket diletakkan pada permukaan email daerah bukal dengan kekuatan tekanan 500 gr. Ketinggian braket diukur dengan braket *gauge*. Lima menit setelah *rebonding* subjek penelitian direndam kedalam saliva buatan selama 24 jam. Prosedur ini dilakukan pada 20 buah subjek penelitian, setelah itu di bagi 2 kelompok lagi dan siap dilakukan pengukuran kuat rekat tarik sebanyak 10 subjek penelitian dan pengukuran kuat rekat geser sebanyak 10 subjek penelitian dengan alat uji *Pearson Pankee Equipment*.
- b. Perekatan Kelompok 3 *rebonding* tanpa pengetsaan  
Permukaan email dan permukaan *mesh* dioleskan bahan primer dari bahan *bonding* kemudian braket diletakkan pada permukaan email daerah bukal dengan kekuatan tekanan 500 gr. Ketinggian braket diukur dengan braket *gauge*. lima menit setelah pemasangan braket gigi dimasukkan kedalam saliva buatan selama 24 jam. Prosedur ini dilakukan pada sejumlah 20 buah subjek penelitian setelah itu dibagi 2 kelompok lagi dan siap dilakukan pengukuran kuat rekat tarik sebanyak 10 subjek penelitian dan pengukuran kuat rekat geser sebanyak 10 subjek penelitian dengan alat uji *Pearson Pankee Equipment*.

#### Tahap uji kekuatan rekat

Pengujian kekuatan geser dan tarik setiap gigi dilakukan setelah subyek penelitian direndam dalam saliva buatan selama 24 jam dengan mesin pengukur kekuatan geser dan tarik *Pearson Pankee Equipment* dengan kecepatan 5 mm/menit. Uji kekuatan geser yaitu gigi dipasang pada mesin penguji dengan permukaan labial sejajar gaya tarik. Braket diberi gaya mulai

dari nilai nol arah serviko oklusal melalui kawat yang dipasang pada kepala mesin pengujian yang bergerak sampai braket lepas. Uji kekuatan tarik yaitu gigi dipasang pada mesin pengujian dengan permukaan labial tegak lurus gaya tarik. Braket diberi gaya mulai dari nilai nol arah tegak lurus permukaan bukal melalui kawat yang dipasang pada kepala mesin pengujian yang bergerak sampai braket lepas. Besar kekuatan rekat yang diukur adalah kekuatan maksimal pada saat braket lepas dari permukaan gigi dalam satuan MPa.

**HASIL PENELITIAN**

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan Kolmogorov-Smirnov Test terbukti bahwa ketiga kelompok perlakuan (kelompok 1: Perekatan awal; kelompok 2: Perekatan ulang dengan etsa; dan kelompok 3: Perekatan Ulang tanpa etsa) memiliki data yang terdistribusi normal. Hasil pengujian normalitas sebaran data dirangkum secara sistematis dalam tabel1:

**Tabel 1.** Hasil uji normalitas Ketiga Kelompok Perlakuan

No.	Kelompok Perlakuan	Nilai Z Kolm.-Smirnov	P	Status
1.	Kel. 1 (Perekatan Awal)	0,081	0,200	Normal
2.	Kel. 2 (Perekatan Ulang dengan Etsa)	0,146	0,200	Normal
3.	Kel. 3 (Perekatan Ulang tanpa Etsa)	0,166	0,149	Normal

Uji homogenitas varian dalam penelitian ini dilakukan dengan *Levene Test*. Kriteria yang digunakan adalah jika signifikansi p dari *Levene Statistic* di atas 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa ketiga kelompok itu memiliki varian yang homogen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *F Levene Statistic* adalah 0,412 dengan nilai signifikansi p = 0,664. Dapat disimpulkan bahwa ketiga kelompok perlakuan memiliki varian yang homogen.

**Tabel 2.** Rerata dan Standar Deviasi dari Kekuatan Geser dan Tarik

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Besaran (Mpa)

Kelompok Perlakuan	Jenis Gaya	Mean	Std. Deviation	N
Kel 1 (Perekatan Awal)	Tarik	12.1375	1.10038	20
	Geser	11.0540	1.34804	20
	Total	11.5958	1.33275	40
Kel 2 (Perekatan ulang dg Etsa)	Tarik	10.1560	1.02146	10
	Geser	8.8550	1.29512	10
	Total	9.5055	1.31688	20
Kel 3 (Perekatan ulang tanpa Etsa)	Tarik	9.2660	.91651	10
	Geser	8.6380	1.25424	10
	Total	8.9520	1.11662	20
Total	Tarik	10.9243	1.62351	40
	Geser	9.9003	1.73399	40
	Total	10.4123	1.74671	80

Kuat rekat tarik selalu lebih besar dibanding dengan kuat rekat geser. Kuat rekat tarik yang paling besar adalah pada kelompok 1 (perekatan awal), sementara kelompok 2 (perekatan ulang dengan etsa) dan kelompok 3 (perekatan ulang tanpa etsa) cenderung menurun.

**Tabel 3.** Hasil uji F Two-way Analysis of Variance

No.	Perbedaan antara	F hitung	P
1.	Kelompok Perekatan	41,059	0,000
2.	Jenis Gaya	12,947	0,001
3.	Interaksi Kelompok Perekatan * Jenis Gaya	0,429	0,653

Terdapat perbedaan yang bermakna antara ketiga kelompok perlakuan dengan F hitung sebesar 41,059 (p = 0,000). Antara jenis gaya juga terlihat perbedaan yang bermakna dengan F hitung sebesar 12,947 (p = 0,001). Interaksi antara kelompok perekatan dengan jenis gaya tidak menghasilkan perbedaan yang bermakna dengan F hitung sebesar 0,429 (p = 0,653).

**Tabel 4.** Multiple Comparisons

	(I) Kelompok Perlakuan	(J) Kelompok Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval				
						Lower Bound	Upper Bound			
Bonferroni	Kel 1 (Perekatan awal)	Kel 2 (Perekatan Ulang dg Etsa)	2.0903*	.32425	.000	1.2960	2.8845			
		Kel 3 (Perekatan Ulang Tanpa Etsa)	2.6438*	.32425	.000	1.8495	3.4380			
		Kel 2 (Perekatan Ulang dg Etsa)	-2.0903* .5535	.32425 .37441	.000 .431	-	-	2.8845 -3.637	1.2960 1.4707	
	Kel 3 (perekatan Ulang tanpa Etsa)	Kel 1 (Perekatan Awal)	-2.6438* -.5535	.32425 .37441	.000 .431	-	-	3.4380 .3637	-	1.8495 1.4707

Perbedaan yang bermakna antara kelompok 1 dengan kelompok 2 (p=0,000), dan kelompok 1 dengan kelompok 3 (p = 0,000). Sementara antara kelompok 2 dan 3 tidak berbeda (p = 0,431).

**PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara nilai kuat rekat tarik dan geser pada *rebonding* dengan pengetsaan braket logam daur ulang dan nilai kuat rekat tarik dan geser pada *rebonding* tanpa pengetsaan braket logam daur ulang. Penelitian ini dilakukan secara in vitro, yaitu di luar rongga mulut, dengan menyesuaikan lingkungan seperti di dalam rongga mulut. Dilakukan perendaman spesimen dalam saliva buatan. Spesimen diuji setelah 24 jam perekatan braket<sup>10</sup>.

Penggunaan gigi premolar atas sebagai spesimen penelitian berdasarkan pada beberapa literatur yang menyatakan bahwa gigi tersebut memiliki insiden tertinggi terhadap lepasnya braket<sup>11</sup>. Gigi premolar atas juga mudah diperoleh dari pencabutan kasus-kasus ortodontik. Penelitian ini dilakukan dengan alat *Pearson Pankee Equipment* kecepatan 5 mm/menit.

Penelitian ini menguji kuat rekat tarik dan geser perlekatan braket, karena selama perawatan ortodontik braket menerima gaya tarik dan geser. Gaya geser sering terjadi saat gigi digerakan ke mesial atau distal dan juga ke oklusal atau servikal. Braket juga menerima gaya tarik, seperti saat dilakukan penarikan ke labial atau bukal pada gigi-gigi yang linguoversi.

Menurut hasil analisis statistik, nilai kuat rekat tarik dan geser *rebonding* braket dengan pengetsaan tidak berbeda dengan nilai kuat rekat tarik *rebonding* braket tanpa pengetsaan, sehingga hipotesis ditolak. Proses *rebonding* dengan pengetsaan akan membentuk mikroporositas baru pada permukaan email sehingga akan dihasilkan *resin tag* yang lebih panjang dengan demikian akan memberikan retensi mekanis yang cukup tinggi. Kuat rekat bahan bonding juga dipengaruhi oleh kedalaman penetrasi bahan bonding ke dalam email.<sup>11</sup>

Proses *rebonding* braket dengan dan tanpa pengetsaan kemungkinan pada kedua kelompok baik yang dietsa maupun yang tidak dietsa ketebalan email berkurang akibat hilang atau lepas pada saat pelepasan braket dan saat pembersihan sisa bahan *bonding* sehingga bisa terjadi pemendekan *resin tag* dan menyebabkan menurunnya kuat rekat bahan bonding. Terjadi kehilangan permukaan email rata-rata sebesar 7,4 um yang disebabkan *debonding* braket. Keadaan tersebut akan menyebabkan kuat rekat tarik dan geser *rebonding* braket dengan dan tanpa pengetsaan menjadi sama<sup>12</sup>.

Hasil analisis statistik menunjukkan kelompok 1 (perekatan awal) mempunyai nilai kuat rekat tarik dan geser lebih besar dibandingkan dengan kelompok 2 dan 3 (*rebonding* braket dengan dan tanpa pengetsaan). Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain braket yang digunakan adalah braket baru dan tidak terkontaminasi dengan bahan-bahan lain sehingga dapat memberikan permukaan retentif yang maksimal.

Berbeda dengan braket pada kelompok 2 dan 3 (*rebonding* braket dengan dan tanpa pengetsaan) yang digunakan adalah braket daur ulang yang dilakukan dengan cara pembakaran, sehingga walaupun telah dibersihkan dengan baik, tetapi masih ada kemungkinan akan tertinggal sisa-sisa pembakaran pada permukaan *mesh*. Hal ini menyebabkan perlekatan braket ke permukaan email menjadi tidak sempurna. Kemungkinan lain penyebab menurunnya nilai uji kelompok 2 dan 3 karena ikatan bahan *bonding* terhadap email gigi menjadi berkurang karena keadaan email yang tidak lagi seperti semula. Kemungkinan ketebalan email berkurang akibat hilang atau lepas pada saat pelepasan braket dan saat pembersihan sisa bahan *bonding* sehingga bisa mengakibatkan pemendekan resin tag dan menyebabkan menurunnya kuat rekat bahan *bonding*. *Rebonding* braket secara signifikan memiliki kuat rekat yang lebih rendah, penurunan ini mungkin berhubungan dengan perubahan email gigi yang disebabkan oleh adanya sisa bahan *bonding*<sup>13</sup>.

Email yang sehat akan menghasilkan kuat rekat bahan *bonding* yang baik, namun sebaliknya email yang tidak sehat akan menurunkan kuat rekat bahan *bonding*<sup>11</sup>. Apabila didapatkan penurunan kedalaman mikroporositas email gigi setelah *debonding* dapat mengakibatkan pula penurunan kekuatan *bonding* braket ortodonti.<sup>13</sup> Dari hasil analisis menunjukkan terjadi penurunan kuat rekat tarik dan geser pada kelompok 3 (*rebonding* braket tanpa pengetsaan) tetapi nilai nya adalah 9,3 MPa dan 8,6 MPa, nilai ini masih lebih tinggi dari hasil penelitian. Kuat rekat minimal yang harus dimiliki bahan *bonding* adalah 5,1 MPa.<sup>14</sup>

## KESIMPULAN

Kuat rekat tarik dan kuat rekat geser *rebonding* braket daur ulang dengan pengetsaan tidak berbeda dengan kuat rekat tarik dan kuat rekat geser *rebonding* braket daur ulang tanpa pengetsaan.

## SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan SEM untuk melihat kedalaman *resin tag* sesudah dilakukan *rebonding*, diperlukan penelitian yang sejenis dengan menggunakan

bahan *bonding* yang berbeda pabriknya untuk dijadikan sebagai bahan perbandingan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Vlock, R.S., 1981, In-office brackets reconditioning, *J. Clin. Ortho.*, 15: 635-7
2. Joseph, V.P., dan Rossouw, P.E., 1990, The shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets bonded to teeth with orthodontic composite resin and various fissure sealants, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 98 (1) : 66-71
3. Shammaa, I., Ngan, P., Kim, H., Kao, E., dan Gladwin, M., 1999, Comparison of Bracket Debonding Force between Two Conventional Resin Adhesives and A Resin-reinforced Glass Ionomer Cement: An in vitro study, *Angle of Orthod.*, 69:463-70
4. McCourt, J.W., 1991, Bond Strengths of Light-cure Fluoride-Releasing Base-Liners as Orthodontic Bracket Adhesives, *Am. J. Orthod.*, 100,47-52
5. Ghozali, Imam, 2006. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: BP. UNDIP.
6. Machen, D.E., 1993, Orthodontic bracket recycling, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 106 (6): 618-619
7. Lehman, R., dan Davidson, C.L., 1981, Loss of Surface Enamel After Acid Etching Procedures and its Relation to Fluoride Content, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 80 (1) : 9-20
8. Phillips , R. W., 1991, *Skinner's Science of Dental Material*, 9th ed., WB Saunders Company, Philadelphia, 22-28
9. Kittipibul, P., dan Godfrey, K., 1995, In vitro shearing force testing of the Australian zirconia-based ceramic Begg, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 108 (3): 308-315
10. Canay, S., Kocadereli, I., dan Akca, E., 2000 The effect of enamel air-abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic bracket, *Am J Orthod Dent Orthop.*, 117: 15-9
11. Hobson, R.S., McCabe, J.F., dan Rugg-Gunn, A.J., 2002, The relationship between acid-etch patterns and bond survival in vivo, *Am J Orthod Dent Orthop.*, 121:502-9
12. Waes, H.V., dan Matter, T., 1997, Three dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets, *Am.J. Orthod Dentofac Orthop.*, 20;666-9
13. Bishara S.E., Soliman, M.M.A., Oonsombat, C., dan Laffon, J.F., 2004, The Effect of Variation in Mesh-Base design on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets, *Angle Orthod.*, 74:400-4
14. AlShamsi, A., Cunningham, J.L., Lamey, P.J., dan Linch,E., 2006, Shear Bond Strength and Residual Adhesive after Orthodontic Bracket *Debonding*, *Angle Orthod.*, 76:694-9