

PERBEDAAN KEKUATAN IMPAK PASAK PREFABRICATED LOGAM ANTARA BAHAN CORE BUILD UP MODIFIKASI LOGAM GLASS IONOMER DAN CORE BUILD UP RESIN KOMPOSIT

*(The Difference Impact Strength Of Prefabricated Metal Post
Between Metal Modified-Glass Ionomer Core Build Up And
Composite Resin Core Build Up)*

Amanda Septinita Ayuningputri*, Twi Agnita Cevanti**, Eriza Juniar***

*Mahasiswa Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

**Departemen Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

***Departemen Konservasi Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah

ABSTRACT

Introduction: Post and core is an restorative options on non vital teeth after endodontic treatment. Endodontically treated teeth have higher fracture risk than vital teeth. Post and core materials have mechanical properties like modulus elasticity that effect impact strength of post and core materials. Impact strength defined as the energy required to break material with impact force. This study was aimed to determine the differences between impact strength of prefabricated metal post with glass ionomer modification (Miracle Mix) core build up and composite resin (Multicore) core build up. **Methods:** Eight obturated mandibular premolars 2 months post extractions were divided into two groups: Group I was given a prefabricated metal post with glass ionomer modification (Miracle Mix) core build up ($n = 4$); group II was given a prefabricated metal post with composite resin (Multicore) core build up ($n = 4$). All groups were planted in a rectangular iron block. Furthermore, the impact test was performed using a mini-impact tester (KRY type) until all samples were broken. **Result:** The average impact strength of prefabricated metal post with glass ionomer modification (Miracle Mix) core build up was $2539.1 \pm 1017.089891 \text{ J/mm}^2$, while prefabricated metal post with composite resin (Multicore) core build up was $4141.975 \pm 425.95233 \text{ J/mm}^2$. Independent sample t-test showed that there were differences in all groups. **Conclusion:** The impact strength of prefabricated metal post with composite resin (Multicore) core build up was higher than the impact strength of the prefabricated metal post with glass ionomer modification (Miracle Mix) core build up.

Keywords: impact strength, prefabricated metal post, core build up, composite resin, glass ionomer.

Correspondence: Twi Agti Cevanti, Department of Conservation, Faculty of Dentistry, Hang Tuah University, Arif Rahman Hakim 150, Sukolilo, Surabaya, Phone , email: twicevanti@yahoo.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Mahkota pasak menjadi salah satu pilihan restorasi pada gigi non vital setelah perawatan endodontik. Gigi yang telah dirawat endodontik memiliki resiko fraktur terhadap beban kunyah yang tinggi dibandingkan dengan gigi yang masih vital. Bahan mahkota pasak dan inti memiliki sifat mekanik seperti modulus elastisitas yang mempengaruhi kekuatan

impak bahan pasak. Kekuatan impact adalah energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu bahan dengan gaya benturan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekuatan impact antara mahkota pasak prefabricated logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi *glass ionomer* (Miracle Mix) dan bahan *core build up* resin komposit (Multicore). **Metode:** Sebanyak 8 sampel gigi premolar rahang atas 2 bulan pasca ekstraksi yang telah diobturasi dan dibagi kedalam 2 kelompok: kelompok I adalah kelompok yang akan diberikan pasak prefabricated logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi *glass ionomer* (Miracle Mix) (n=4) dan kelompok II dengan pasak prefabricated logam titanium dengan bahan *core build up* resin komposit (Multicore) (n=4). Semua kelompok ditanam di balok besi yang berbentuk persegi panjang. Selanjutnya dilakukan uji impact menggunakan mini impact tester tipe KRY sampai sampel patah. **Hasil:** Rerata kelompok pasak prefabricated logam dengan bahan *core build up* modifikasi *glass ionomer* adalah 2539.1 ± 1017.089891 J/mm² sedangkan kelompok pasak prefabricated logam titanium dengan bahan *core build up* resin komposit (Multicore) adalah 4141.975 ± 425.95233 J/mm². Independent sample t-test menunjukkan terdapat perbedaan pada semua kelompok. **Simpulan:** Kekuatan impact mahkota pasak prefabricated logam titanium dengan bahan *core build up* resin komposit (Multicore) lebih tinggi daripada kekuatan impact mahkota pasak prefabricated logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi *glass ionomer* (Miracle Mix).

Kata kunci: Kekuatan impact, pasak prefabricated logam, *core build up*, resin komposit, *glass ionomer*.

Correspondence: Twi Agti Cevanti, Department of Conservation, Faculty of Dentistry, Hang Tuah University, Arif Rahman Hakim 150, Sukolilo, Surabaya, Phone , email: twicevanti@yahoo.com

PENDAHULUAN

Mahkota pasak menjadi salah satu pilihan restorasi pada gigi non vital setelah perawatan endodontik. Gigi yang telah dirawat endodontik memiliki resiko fraktur terhadap beban kunyah yang tinggi dibandingkan dengan gigi yang masih vital. Banyaknya jaringan yang terbuang saat membuat kavitas akses ke pulpa, menyebabkan lemahnya mahkota. Pasak dan inti (*core*) akan memberikan retensi bagi restorasi mahkota^{6,10}. Pemasangan pasak bertujuan untuk menyatukan gigi dengan *core*, sebagai dukungan restorasi akhir dan harus memiliki kemampuan untuk menyebarkan beban dan tekanan ke sepanjang akar gigi untuk mencegah fraktur akar²⁴. Saat ini, dokter gigi lebih memilih menggunakan pasak *prefabricated*

karena prosedur yang lebih cepat, sederhana, dan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan pasak *fabricated*²⁰.

Menurut penelitian Kattamuri (2016), beberapa percobaan dibuat dengan merestorasi gigi non vital setelah perawatan endodontik dengan menggunakan sistem pasak yang berbeda untuk meningkatkan resistensi frakturnya. Akan tetapi, hasil yang didapatkan justru berlawanan bahwa pasak endodontik tidak memperkuat mahkota, seperti pelebaran ruang saluran akar setelah perawatan endodontik yang dapat memperlemah struktur gigi. Tujuan dari pemasangan pasak untuk menyangga *core* yang nantinya akan membantu menyangga mahkota. Amalgam, resin komposit dan semen *glass ionomer* merupakan variasi

bahan *core* yang populer yang digunakan.^{11,28,29}

Bahan *core build up glass ionomer* termasuk bahan resin modifikasi *glass ionomer* memiliki kekuatan yang tidak adekuat sebagai bahan *core build up* sehingga tidak direkomendasikan untuk gigi yang kehilangan banyak struktur gigi²⁸. Kemudian dikembangkan semen dengan mencampur alloy amalgam dan *glass ionomer* yang disebut Miracle Mix yang memiliki kekuatan kompresif yang lebih besar dari *glass ionomer* konvensional. Penambahan alloy amalgam meningkatkan radiopasitas dan membentuk ikatan yang kuat dengan matriks yang berperan dalam sorpsi dan kelarutan material^{5,15}.

Resin komposit lebih umum digunakan karena sifat mekanik yang tinggi dan kemampuan ikatan dengan gigi yang baik serta sifat adhesif²⁸. Resin komposit sering digunakan sebagai *core build up* karena memiliki kekerasan dan kekerasan fraktur yang mirip dengan struktur gigi asli, serta dapat langsung dipreparasi setelah proses *curing*²¹.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Burke (2000), pembuatan *core build up* amalgam yang ditempatkan sesuai dengan protokol menunjukkan resistensi fraktur yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan komposit dan semen *glass ionomer*.

Suatu bahan yang memiliki modulus elastisitas yang tinggi memiliki resistensi dampak yang rendah¹⁸. Benturan tiba-tiba dapat berasal dari trauma akibat adanya pukulan mendadak³. Modulus elastisitas menjadi parameter yang penting untuk menentukan respon

stres dari bahan pasak dan *core* di mana bahan yang memiliki modulus elastisitas yang tinggi menyerap lebih banyak stres⁹. Suatu material harus memiliki modulus elastisitas yang mendekati modulus elastisitas dari dentin⁵. Apabila beban diaplikasikan pada sistem pasak dan *core* yang memiliki modulus elastisitas lebih tinggi dari dentin, maka sistem pasak dan *core* tidak akan dapat mengikuti deformasi elastis tapi menyebabkan stres yang dapat mengarah ke fraktur akar¹⁷.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk meneliti perbedaan kekuatan dampak yang diterima oleh gigi apabila mengalami benturan dari luar rongga mulut secara mendadak pada gigi yang dipasak menggunakan mahkota pasak prefabricated logam dengan bahan *core build up* modifikasi logam semen *glass ionomer* dan *core build up* resin komposit.

Bahan dan Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium, dengan jenis penelitian adalah *pre experimental*. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *the one shot study design*. Persiapan dan pembuatan sampel dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Surabaya, dan uji kekuatan dampak dilakukan di Laboratorium Ilmu Bahan dan Material Fakultas Teknik Industri ITS Surabaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 - Januari 2019.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *total sampling*. Sampel yang digunakan yaitu gigi premolar

permanen rahang atas yang dipasak menggunakan pasak prefabricated titanium (pasak unimetric) Menyiapkan enam gigi premolar permanen rahang atas kemudian ditanam pada gips putih sampai 3 mm di bawah *cemento enamel junction* (CEJ), fungsi dari gips putih sebagai pengganti tulang pendukung. Preparasi root canal dengan menggunakan teknik step back, dengan #30 K-type files (Dentsply-Maillefer, York, PA, USA). Obturasi dengan guttap-percha menggunakan teknik kondensasi lateral dengan pasta endoseal, lalu ditumpat sementara. Gigi yang telah ditumpat sementara, dilakukan foto radiografi guna melihat keberhasilan pengisian saluran akar.

Preparasi tumpatan sementara serta pengambilan guttap-percha menggunakan peaso reamer atau gates glidden drill size #1-6 dengan menyisakan guttap kurang lebih 2 mm. Gigi yang telah dilakukan pengambilan guttap pada saluran akar dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama menggunakan pasak *prefabricated* logam titanium dengan *core build up* modifikasi logam *glass ionomer* dan kelompok kedua menggunakan pasak *prefabricated* logam titanium dengan *core build up* resin komposit. Lapisan tipis *luting cement* diaplikasikan di atas permukaan pasak dan pasak dimasukkan dengan gerakan berputar, kelebihan bahan luting dibersihkan. Selanjutnya pembuatan *core* menggunakan *core build up* modifikasi logam *glass ionomer* dan resin komposit¹⁰. Setelah selesai direstorasi pasak dan inti, gigi premolar bahan kelompok uji 1 dan 2 ditanam di balok besi yang berbentuk

persegi panjang dengan ukuran 2x2x5 cm menggunakan lem besi untuk dilakukan uji impak (Gambar 1)⁴.

Pengujian kekuatan impak dilakukan dengan menggunakan *mini impact tester type KRY* dalam suhu ruang 25°C (Gambar 2). Metode yang digunakan adalah kombinasi antara metode Charpy dan Izod, yaitu bahan uji diletakkan horizontal dengan arah pukulan searah batang uji dengan salah satu ujungnya dicengkam, lalu sampel diletakkan pada landasan, kemudian bandul seberat 750 gram dengan panjang bandul 0,3362 meter dinaikkan setinggi h atau sebesar α (sudut α diambil 165°), serta mengatur jarum petunjuk skala pada posisi nol. Kemudian bandul dilepas sehingga memukul unit eksperimen (sudut akhir dicatat). Setelah memukul unit eksperimen, bandul tersebut masih akan berayun setinggi h atau sebesar β (Gambar 3). Data yang didapat dilakukan pengolahan data menggunakan rumus sebagai berikut:

$$HI = \frac{E}{A}$$

E adalah energi yang diperlukan dengan satuan joule dan A adalah luas penampang dengan satuan mm^2 ²³.

Energi yang diserap diperhitungkan dengan menggunakan rumus:

$$E = m \cdot 1(\cos \beta - \cos \alpha)$$

m adalah berat bandul, 1 adalah panjang bandul, β adalah sudut yang ditunjukkan mesin setelah proses impak, dan α adalah sudut yang ditunjukkan mesin sebelum proses impak¹².



Gambar 1 Sampel gigi premolar RA yang akan dilakukan uji impak

Hasil Penelitian

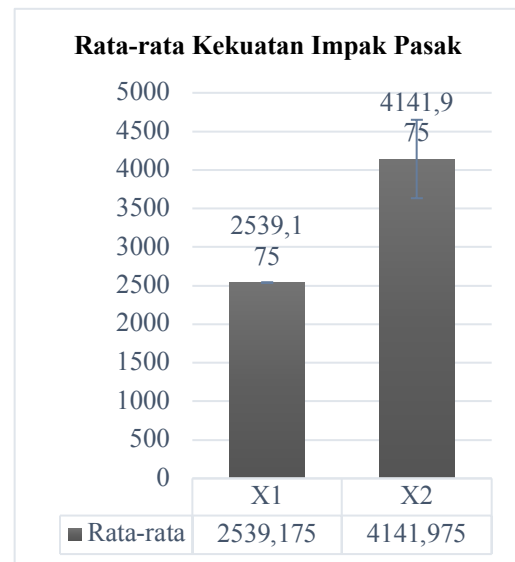


Gambar 2. Sampel gigi premolar yang telah dilakukan uji impak

Tabel 1. Hasil rata-rata dan simpangan baku kekuatan impak pada setiap kelompok dalam (J/mm^2)

Kelompok	Rata-rata±Standar Deviasi
X1 (mahkota pasak prefabricated logam titanium dengan bahan core build up modifikasi logam glassionomer)	2539.100±1017.089
X2	4141.975±425.952

(mahkota pasak prefabricated logam titanium dengan bahan core build up resin komposit)



Gambar 3. Perbandingan jumlah rata-rata kekuatan impak pada setiap kelompok

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Hasil Uji Impak X1	.939	4	.650
Hasil Uji Impak X2	.995	4	.981

Tabel 3. Hasil Uji Hasil uji homogenitas dengan menggunakan uji Levene statistic

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.573	1	6	.256

Tabel 4. Hasil uji hipotesis independent T-test

Perlakuan	t-hitung	Sig.
Hasil Uji Impak X1	2.907	0.027
Hasil Uji Impak X2		

Berdasarkan hasil Tabel 1 dan Gambar 4 menunjukkan hasil uji statistik deskriptif rata-rata kekuatan impact yang diterima X1 lebih rendah dibandingkan dengan X2. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok X2 lebih kuat dalam menahan kekuatan impact dibandingkan dengan kelompok X1.

Pembahasan

Sampel penelitian ini menggunakan gigi premolar rahang atas yang rentan terhadap fraktur. Keuntungan dari penggunaan sampel gigi asli memiliki modulus elastisitas, kekerasan, dan kekuatan yang mirip dengan keadaan gigi di dalam rongga mulut^{13,19}. Bahan-bahan diaplikasikan menjadi subjek yang sama sehingga memiliki keakuratan yang sama. Kekuatan impact dapat didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk mematahkan suatu material dengan gaya benturan³. Impact dilakukan dengan menumbuk benda uji menggunakan pendulum yang diayukan⁸.

Pada penelitian ini sampel dibagi menjadi 2 kelompok, kelompok X1 (pasak *prefabricated* logam titanium dengan *core build up* modifikasi logam *glass ionomer*) dan kelompok X2 (mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan *core build up* resin komposit), yang kemudian dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai syarat untuk uji parametrik. Uji hipotesis menggunakan *independent T-test* untuk melihat perbedaan kekuatan impact yang lebih signifikan terhadap X1 dan X2.

Kelompok X1 menggunakan *core build up* modifikasi logam *glass ionomer* berupa Miracle Mix yang

memiliki komposisi tambahan alloy amalgam. Miracle Mix (151.47 MPa) memiliki kekuatan kompresif yang lebih besar dari *glass ionomer* konvensional (104.57 MPa)⁵. Bahan berbasis glass ionomer memiliki kekuatan lebih rendah dari resin komposit dan amalgam, resistensi fraktur Miracle Mix terhadap resin komposit memiliki perbedaan yang signifikan yaitu 0.30 kN & 1.213 kN^{16,25}. Awalnya amalgam dikenal sebagai bahan *core build up* yang baik karena memiliki kekuatan *bulk* yang baik. Adanya merkuri merupakan kekurangan utama dari amalgam. Maka, ditambahkan sement *glass ionomer*, seperti Miracle Mix, dengan harapan dapat meningkatkan kekuatan fisik dan mekanik dari material tersebut¹⁵. Menurut Almuhaiza (2016), penambahan partikel metal ke dalam *glass ionomer* menyebabkan kerusakan dalam melepas fluor, ikatan adhesif dengan struktur gigi serta estetik.

Kelompok X2 menggunakan material resin komposit (Multicore) yang memiliki 4 komponen utama yaitu, matriks resin, *filler* anorganik, *coupling agent*, dan aktivator-inisiator. Matriks resin berfungsi untuk membentuk ikatan silang polimer yang kuat. *Filler* anorganik berfungsi memperkuat sifat fisik dan mekanik, mereduksi koefisien muai panas, mereduksi *shrinkage* saat polimerisasi³. Fungsi *coupling agent* adalah untuk memperbaiki ikatan antara matriks resin dan *filler* anorganik sehingga dapat meningkatkan kekuatan fisik dan mekanik resin komposit serta mencegah cairan masuk ke dalam *filler* dan matriks. Aktivator-inisiator berfungsi untuk polimerisasi resin

komposit yang dapat dipicu oleh aktivasi cahaya (*ligh-curing*), aktivasi secara kimia (*self-curing*), dual *curing*^{3,22}. Resin komposit sering digunakan sebagai bahan *core build up* karena memiliki ikatan dengan gigi yang baik meskipun tidak sebaik amalgam. Kekuatan kompresif yang dimiliki resin komposit (210-250 MPa) lebih tinggi dibandingkan dengan *glass ionomer* (10-15 MPa)²². Menurut Sangwan B., *et. al.* (2016), resistensi fraktur resin komposit (845.46 ± 47.36 N) paling tinggi yang kemudian diikuti oleh silver amalgam dan miracle mix. Komposisi dari material berperan penting dalam kekuatan mekaniknya. Komposit untuk restorasi dapat digunakan sebagai material *core build up* namun saat ini komposit telah didesain khusus untuk penggunaan *core*. Perbedaan komposit untuk *core* dan restorasi adalah peningkatan jumlah *filler* untuk meningkatkan kekuatan dan kemudahan manipulasi²¹. Pada resin komposit peningkatan fraksi volume dari *filler* dapat meningkatkan kemungkinan fraktur¹⁴. Kekuatan *core* resin komposit bergantung pada komposisi material dan proses *curing* yang tepat²¹.

Hasil *independent T-test* menunjukkan ada perbedaan yang bermakna yaitu, 0,027 ($p < 0,05$) antara kekuatan impak antara mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi *glass ionomer* (Miracle Mix) dan resin komposit (Multicore). Kekuatan impak kelompok mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* resin komposit (Multicore) lebih besar daripada kekuatan impak mahkota

pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi *glass ionomer* (Miracle Mix).

Pada kelompok sampel mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* resin komposit (Multicore) rata-rata kekuatan impak yang mampu diterima sebesar 4141,9750 J/mm², sedangkan pada kelompok sampel mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi *glass ionomer* (Miracle Mix) menunjukkan nilai rata-rata yang lebih rendah yaitu, 2539,1000 J/mm². Menurut Kumar & Shivrayan (2015), *core build up glass ionomer* dikenal lebih lemah daripada resin komposit meskipun dengan modifikasi *glass ionomer* memperbaiki kekuatan mekanik material. Pemilihan material *core build up* harus memperhatikan modulus elastisitas material tersebut. Sistem pasak dan inti harus memiliki modulus elastisitas yang mendekati dentin (11.7-18 GPa) sehingga ketika suatu beban diaplikasikan pada sistem pasak dan inti tidak menyebabkan stres lokal yang berujung pada fraktur akar^{3,17}. Resin komposit menunjukkan sifat mekanik yang baik. Ini dapat disebabkan oleh ikatan *micromechanical* antara resin dan struktur gigi serta bekerja sebagai *stress breakers* (menurunkan stres) setelah proses *curing* selesai pada teknologi *dual cure*¹.

Glass ionomer terdiri atas 3 bahan utama, asam polimer, bubuk *glass*, dan air. Reaksi dari *glass ionomer* adalah reaksi asam basa yang dipengaruhi oleh komposisi dalam *glass ionomer*²⁷. Menurut studi yang dilakukan oleh Bhatia, *et.*

al. (2017), air memiliki peran penting terhadap kekuatan *glass ionomer*. Setting *glass ionomer* terjadi saat pencampuran cairan yang mengandung air dan powder yang mengandung *glass* yang belum bereaksi dimana bertindak sebagai *filler*. Rasio cairan dan powder sangat mempengaruhi kekuatan dari *glass ionomer*. Semakin rendah penyerapan air semakin tinggi kekuatan kompresif material tersebut.

Resin komposit terdiri dari matriks resin, *filler* anorganik, *coupling agent*, dan aktivator-inisiator. Faktor yang mempengaruhi kekuatan dari komposit adalah *filler* dan cara aktivator-inisiator. *Filler* mempengaruhi kekuatan mekanik material bergantung pada jenis partikel yang digunakan. Penggunaan *filler microfilled* memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik akibat partikel yang berada dalam komposit tidak mengalami pengerutan saat proses *curing*². Aktivator-inisiator yang merupakan proses polimerisasi yang dipicu oleh cahaya (*light-curing*), reaksi kimia (*self-curing*), maupun keduanya (*dual-curing*). Polimerisasi dengan *light-curing* tidak dapat terjadi dengan sempurna karena kemungkinan intensitas cahaya

atau waktu yang kurang, serta ketebalan material yang diaplikasikan. Dengan menggunakan material *dual-curing* memungkinkan proses polimerisasi terjadi dengan sempurna meskipun intensitas cahaya yang digunakan tidak adekuat. Proses polimerisasi terjadi secara *self-curing* terjadi perlahan yang kemudian dipercepat dengan aktivasi yang dipicu oleh cahaya^{3,16}.

Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* resin komposit memiliki sifat mekanik yang lebih baik daripada mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi logam *glass ionomer*. Hal ini dipengaruhi oleh modulus elastisitas dari bahan *core build up* yang menyerupai dentin (11.7-18 GPa).

Kesimpulan

Kekuatan impak mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* resin komposit lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan impak mahkota pasak *prefabricated* logam titanium dengan bahan *core build up* modifikasi logam *glass ionomer*.

Daftar Pustaka

1. Agrawal, A., and Mala, K. 2014. An in vitro comparative evaluation of physical properties of four different types of core materials. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 17(3), 230-3. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4056393/#!po=45.833>
2. Almuhaiza M. 2016. Glass Ionomer Cements in Restorative Dentistry: A Critical Appraisal. *The Journal of Contemporary dental Practice*; 17 (4):331-336. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/4339/de047fd516daa6727759806c0260558e4720.pdf>
3. Anusavice Kenneth J., Shen Chiayi, & Rawls H. Ralph. 2013. *Phillips' Science of Dental Materials*. Missouri, USA: Elsevier Saunders. Pp:53-62.

4. Ariyanti, Annisa Tri. 2017. Perbedaan Kekuatan Impak Mahkota Pasak Prefabricated Resin Fiber dengan Mahkota Pasak Prefabricated Stainless Steel dengan Ukuran yang sama. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah Surabaya.
5. Bhatia, Hind P., *et. al.*, 2017. A Comparative Evaluation of Sorption, Solubility, and Compressive Strength of Three Different Glass Ionomer Cements in Artificial Saliva: An in vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 10(1). pp:49-54. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5360804/pdf/ijcpd-10-049.pdf>. Accessed Januari 20th, 2019.
6. Bolay, Şükran, *et al.* 2012. *Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with or without Post System*. Elsevier: *Journal of Dental Sciences* (7). Pp: 148-153. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1991790212000438>. Accessed. March 20, 2018.
7. Burke, F. J. T., *et. al.* 2000. Fracture Resistance of Five Pin-Retained Core Build-Up Materials on Teeth With and Without Extracoronary Preparation. *Academy of Operative Dentistry* 25(5). Pp: 38-44. Available from <http://www.jopdentonline.org/doi/pdf/10.2341/1559-2863-25-5-1?code=opdt-site#page=38>. Accessed. April 6, 2018.
8. Clayrena, Eqitha Dea, and Mawarni, Lizda Johar. 2013. Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat *Bagasse*. *Jurnal Teknik POMITS, Vol.2(2)*. H: 208-213. Available from <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/download/4295/1031>. Accessed. May 23, 2018.
9. Durmus, Gökhan and Oyar Perihan. 2012. Effect of Post Core Materials on Stress Distribution In The Restoration of Mandibular Second Premolar: A Finite Element Analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry* Vol. 112(3): 547-554. Available from https://www.researchgate.net/profile/Goekhan_Durmus/publication/315892513_4_08/data/58ec91c2a6fdcc0dcecc4efe/4-08.pdf. Accessed. Agustus 10, 2018.
10. Ford, Pitt T. R. 1992. *Restoration of Teeth 2nd*. Diterjemahkan oleh Narlan Sumawinata dengan judul *Restorasi Gigi*. Jakarta: EGC. Pp: 237-45
11. Garg, Nisha and Garg, Amit. 2010. *Textbook of Endodontics 2nd*. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. Pp: 393-407.
12. Goguta L, *et.al.*, 2006. Impact Strength. *Timisoara Medical Journal*. Available from http://www.tmj.ro/pdf/2006_number_1_306220467312441.pdf. Accessed. Mei 23, 2018.
13. Hargreaves, Kenneth M. and Berman, Louis H. 2016. *Cohen's Pathways of The Pulp 11th*. St. Louis, Missouri: Elsevier. Pp: 823-825.
14. Iqbal, Mohammad., *et. al.*, 2017. Comparative Evaluation Of Compressive Strength Of Four Recent Core Builds Up Materials: An In Vitro Study. *World Journal of Pharmaceutical and Medical Research* 3(10): 151-155. Available from: <http://www.wjpmr.com/download/a>

- rticle/28102017/1509430392.pdf. Accessed February 5th, 2019.
15. Kattamuri, Vijaykanth, *et. al.* 2016. Evaluation of The Fracture Resistance and Modulus of Elasticity of Commercially Available Core Materials in Molar Teeth – An In Vitro Study. *International Journal of Current Research* 8(10). Available from https://www.researchgate.net/profile/dr_ravi_shankar_y/publication/309486858_evaluation_of_the_fracture_resistance_and_modulus_of_elasticity_of_commercially_available_core_materials_in_molar_teeth-an_in_vitrostudy/links/5812f38208aea2cf64e2773a/evaluation-of-the-fracture-resistance-and-modulus-of-elasticity-of-commercially-available-core-materials-in-molar-teeth-an-in-vitrostudy.pdf. Accessed. April 6, 2018.
 16. Kumar, Girish and Shivrayan, Amit., 2015. Comparative study of mechanical properties of direct core build-up materials. *Contemporary clinical dentistry* 6(1). Pp:16-20. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4319337/#!po=4.16667>. Accessed Januari 20th, 2019.
 17. Kurthukoti, Ameet J. *et al.* 2015. *Fracture Resistance of Endodontically Treated Permanent Anterior Teeth Restorated with Three Different Esthetic Post System: A in vitro Study*. *Journal of Indian Society of Pedodontics dan Preventive Dentistry* 33(4). Pp: 269-301. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26381631>. Accessed. March 22, 2018.
 18. Manappallil, John J., 2015. *Basic Dental Materials*. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. Pp: 17-20.
 19. Mohamed Ali, P.S., *et. al.*, 2015. Influence of Full Veneer Restoration on Fracture Resistance of Three Different Core Materials: An Invitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 9(9): ZC12-ZC1512. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4606333/pdf/jcdr-9-ZC12.pdf>. Accessed Januari 28th, 2019.
 20. Noort, Richard Van. 2003. *Introduction to Dental Materials*. Philadelphia, USA: Elsevier Science Limited. Pp: 178-180.
 21. Panitiwat, P., and Salimee, P. 2017. Effect of different composite core materials on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with FRC posts. *Journal of applied oral science : revista FOB*, Vol.25(2), 203-210. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5393541/>. Accessed March 7th, 2019.
 22. Powers JM and Sakaguchi RL. *Craig's Restorative Dental Materials* 13th Ed., 2012. Saint Louis: Mosby Elsevier. Pp: 40-41
 23. Priadi D and M Selvinus. 2007. Studi Pengaruh Besarnya Arus Listrik Terhadap Distribusi Kekerasan, Struktur Mikro, Dan Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Rendah Jenis SB 46. *Jurnal Sains dan Teknologi EMAS*. Vol. 17(3):203-210. Available from <http://jurnalindustri.petra.ac.id/index.php/emas/article/download/17661/17573>. Accessed. May 23, 2018.
 24. Putri, Asri R and Ratih, Datri N., 2015. Mahkota Porselen Fusi Metal dengan Parallel *Self-Threading*

- Dowel Pasca Perawatan Saluran Akar Gigi Premolar Maksila. MKGK (Majalah Kedokteran Gigi Klinik) UGM 1(1). Hal: 46-53. Available from <https://jurnal.ugm.ac.id/mkgk/article/download/11921/8783>. Accessed. May 23, 2018.*
25. Reddy, Satti N., et. al., 2016. Evaluation Of Occlusal Fracture Resistance Of Three Different Core Materials Using The Nayyar Core Technique. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* 6(1). Pp:40-3. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4784062/#_ffn_sectitle. Accessed Januari 25th, 2019.
26. Sangwan B., et. al., 2016. An in vitro Evaluation of Fracture Resistance of endodontically treated Teeth with Different Restorative Materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 17(7):549-552. Available from: <https://europepmc.org/abstract/med/27595720>. Accessed February 2nd, 2019.
27. Sidhu, Sharanbir K., and Nicholson, John W., 2016. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J. Funct. Biomater*, 7(16): 1-15. Available from: https://res.mdpi.com/jfb/jfb-07-00016/article_deploy/jfb-07-00016-v2.pdf?filename=&attachment=1. Accessed February 25th, 2019.
28. Subash, Dayalan, et. al. 2017. Fracture Resistance of Endocotically Treated Teeth Restored with Biodentine, Resin Modified GIC, and Hybrid Composite Resin as a Core Material. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 11(9). Pp: 68-70. Available from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29207837>. Accessed. April 5, 2018.
29. Williams, Cecil, et. al. 2014. Prosthodontic Management of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry* 10(1). Pp:45-50. Available from http://www.ijcpd.org/journal/download_pdf.php?spage=45&volume=10&number=1. Accessed. May 23, 2018.

