



Indonesian Dental Association

Journal of Indonesian Dental Association

<http://jurnal.pdgi.or.id/index.php/jida>
ISSN: 2621-6183 (Print); ISSN: 2621-6175 (Online)



Research Article

Fracture Toughness of Monolithic Zirconia and Lithium Disilicate CAD/CAM Endocrown

Aldrina Wulan Eka Suci¹, Dina Ratnasari^{2§}, Ade Prijanti Dwisaptarini², Elline²

¹ Undergraduate Student, Faculty of Dentistry, Universitas Trisakti, Indonesia

² Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry, Universitas Trisakti, Indonesia

Received date: February 7, 2023. Accepted date: October 11, 2023. Published date: December 29, 2023.

KEYWORDS

CAD/CAM;
endocrown;
fracture toughness;
lithium disilicate;
monolithic zirconia

ABSTRACT

Introduction: Endocrown is an indirect restoration following the endodontic treatment made of ceramic material as a substitute for post core crown. The endocrown is cemented to the inner wall of the pulp chamber and to the cavity margins to increase the macromechanical retention. Material commonly used are monolithic zirconia and lithium disilicate; both can be obtained using the CAD/CAM technique. Good endocrown restoration must be able to handle the chewing workload especially on the posterior tooth. **Objective:** To determine the difference in fracture toughness of monolithic zirconia and lithium disilicate CAD/CAM endocrown. **Methods:** This study used 6 endocrown CAD/CAM samples, attached to typodont prototype in 3D resin printing model produced by the printing machine. Samples were divided into 2 groups. Group A were monolithic zirconia endocrowns and group B were lithium disilicate endocrowns. The fracture toughness was calculated using the Universal Testing Machine (UTM). **Results:** Fracture toughness of the monolithic zirconia endocrown were 2.747 N and lithium disilicate were 769 N. The unpaired t test showed that there was significant difference in fracture toughness between groups ($p < 0,05$). **Conclusion:** Monolithic zirconia endocrown has a higher fracture toughness compared to the lithium disilicate endocrown, but lithium disilicate is more recommended as an endocrown restoration material because its fracture toughness is closer to masticatory load of posterior teeth.

[§] Corresponding Author

E-mail address: dina@trisakti.ac.id (Ratnasari D)

DOI: [10.32793/jida.v6i2.968](https://doi.org/10.32793/jida.v6i2.968)

Copyright: ©2023 Suci AWE, Ratnasari D, Dwisaptarini AP, Elline. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium provided the original author and sources are credited.

KATA KUNCI

CAD/CAM;
endocrown;
fracture toughness;
lithium disilicate;
monolithic zirconia

ABSTRAK

Pendahuluan: *Endocrown* merupakan restorasi tidak langsung pasca perawatan endodontik yang terbuat dari bahan *ceramic* sebagai pengganti mahkota pasak inti. *Endocrown* disementasi pada dinding dalam kamar pulpa dan pada tepi kavitas untuk meningkatkan retensi makromekanis. Bahan yang dapat digunakan antara lain *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate* dan keduanya dapat diproduksi dengan teknik CAD/CAM. Restorasi *endocrown* yang baik harus dapat menahan beban kunyah terutama pada gigi posterior. **Tujuan:** Untuk mengetahui perbedaan *fracture toughness* pada *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate endocrown* yang diproduksi dengan teknik CAD/CAM. **Metode:** Penelitian ini menggunakan 6 sampel *endocrown* yang diproduksi dengan CAD/CAM dan dipasangkan ke *typodont prototype* berupa 3D printing model berbahan resin yang diproduksi dengan printing machine. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok; kelompok A merupakan *monolithic zirconia endocrown* dan kelompok B merupakan *lithium disilicate endocrown*. Pengujian *fracture toughness* dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*. **Hasil:** *Fracture toughness* pada *monolithic zirconia* sebesar 2.747 N dan *lithium disilicate* sebesar 769 N. Uji t tidak berpasangan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan *fracture toughness* antar kelompok yang signifikan ($p < 0,05$). **Kesimpulan:** *Monolithic zirconia endocrown* memiliki *fracture toughness* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *lithium disilicate endocrown*, namun *lithium disilicate* lebih direkomendasikan sebagai bahan restorasi *endocrown* karena memiliki *fracture toughness* yang lebih mendekati beban kunyah gigi posterior.

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar (PSA) merupakan salah satu perawatan endodontik yang bertujuan untuk merawat gigi yang mengalami kerusakan hingga mengenai pulpa, agar gigi tersebut tetap dapat berfungsi dan tidak mengalami infeksi kembali. Pada umumnya gigi pasca perawatan endodontik telah mengalami kerusakan yang ekstensif sehingga membutuhkan restorasi tidak langsung yang melibatkan seluruh cusp. Pembuatan restorasi gigi pasca perawatan endodontik merupakan prosedur untuk mengembalikan fungsi fisiologis dan estetika pada gigi sehingga dapat mendukung keberhasilan perawatan saluran akar.¹ Mahkota pasak inti merupakan salah satu restorasi pasca perawatan endodontik yang dapat dipilih pada kasus kerusakan struktur mahkota gigi yang berat. Penggunaan pasak bertujuan sebagai jangkar pembuatan inti mahkota. Pembuatan pasak inti memiliki risiko terjadinya perforasi akar dan penipisan dinding saluran akar akibat preparasi yang berlebihan.² Kontraindikasi dalam penggunaan perawatan pasak inti antara lain dilaserasi, akar yang pendek, anatomi akar yang bervariasi, dan bentuk akar yang berdiameter kecil.³ Hal ini menyebabkan para klinisi mencari restorasi alternatif yang tidak memerlukan perawatan pasak inti, yaitu dengan menggunakan restorasi *endocrown*.⁴

Endocrown merupakan salah satu mahkota parsial yang terbuat dari bahan *ceramic* yang disementasi pada gigi pasca perawatan endodontik.⁵ *Endocrown* disementasi pada gigi pasca perawatan endodontik dengan desain restorasi yang masuk ke dalam kamar pulpa dan sebagian lainnya pada tepi kavitas yang menyelubungi seluruh cusp gigi.⁶ Keunggulan

endocrown dibandingkan mahkota konvensional lainnya adalah desain preparasi lebih konservatif, jaringan periodontal lebih aman, dan permukaan bonding yang didapatkan pada *endocrown* lebih baik karena adanya restorasi yang masuk ke dalam kamar pulpa dan tepi kavitas yang menyelubungi seluruh cusp gigi. Aplikasi dan polimerisasi semen resin pada *endocrown* lebih terkontrol dibandingkan dengan mahkota konvensional karena batas preparasinya yang supragingiva.⁴ Jenis restorasi ini dapat diproduksi dengan teknologi CAD/CAM.⁷ *Computer-aided design (CAD)* dan *computer-aided manufacturing (CAM)* merupakan teknologi modern berbasis komputer untuk mengumpulkan data rongga mulut dalam merancang protesa gigi, dan memproduksi hasil restorasi. Akurasi dan kualitas CAD/CAM menghasilkan restorasi yang sangat populer karena hasil restorasinya berkualitas tinggi dan dapat diperoleh dengan waktu yang lebih singkat, sehingga meningkatkan efisiensi dalam proses restorasi gigi.⁸

Pemilihan bahan restorasi harus mempertimbangkan segi estetis maupun segi fungsional pada masing-masing bahan, sehingga bahan yang tepat dapat ditentukan.⁹ Pada era modern, bahan *zirconia* konvensional telah digunakan untuk restorasi dalam kedokteran gigi dan terbukti memiliki *fracture toughness* yang sangat tinggi, namun memiliki sifat warna opak yang kurang estetis sehingga memerlukan lapisan porselen lainnya.⁷ Pengenalan teknik CAD/CAM memungkinkan pembuatan *monolithic zirconia* yang lebih translucent dengan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan *zirconia* konvensional.¹⁰ *Lithium disilicate* merupakan salah satu bahan pilihan restorasi yang memiliki sifat optik yang

sangat baik, fracture toughness yang tinggi, dan memberikan restorasi dengan penampilan estetik yang dapat menyerupai email gigi.¹¹ *Fracture toughness* adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan tekanan beban dalam menunjukkan ketangguhan dalam menahan fraktur.¹² Restorasi indirek yang baik memerlukan *fracture toughness* yang baik agar mampu menahan beban kunyah.

Penelitian lain membandingkan restorasi lithium disilicate dan *bilayered-zirconia* dengan hasil lithium disilicate memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan *bilayered-zirconia*.¹³ Penelitian lainnya membuktikan kekuatan *monolithic zirconia* lebih tinggi dibandingkan *lithium disilicate*.¹⁴ Terdapat perbedaan hasil pada tiap penelitian yang memerlukan penelitian lebih lanjut. Pada penelitian ini akan dilakukan uji fracture toughness pada *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate endocrown* yang diproduksi dengan menggunakan teknik CAD/CAM.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan eksperimental laboratorik dengan rancangan *post-test with control group design* untuk mengetahui perbedaan *fracture toughness* pada *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate endocrown* yang diproduksi dengan teknik CAD/CAM. Penelitian ini dilakukan di Indo Dental Lab dan Laboratorium Metrologi Industri Kampus A Universitas Trisakti.

Penelitian ini menggunakan *typodont* (Trimunt, Jepang) yang dipreparasi desain endocrown dengan mereduksi bagian oklusal hingga sisa dinding oklusal tersisa minimal 3 mm dan menghilangkan undercut pada akses kavitas (Gambar 1). Hasil preparasi kemudian difiksasi dengan *vinyl polysiloxane* dalam wadah silinder dan di scan dengan intraoral scanner lalu dikirimkan ke lab untuk dibuatkan *typodont prototype* berupa 3D printing model berbahan resin sebanyak 3 sampel.



Gambar 1. Preparasi model

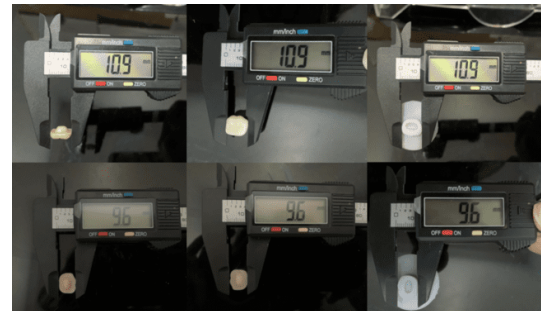
Sampel *endocrown* dibuat CAD/CAM dengan ukuran mesiobukal 10,9 mm dan bukolingual 9,6 mm yang dibagi menjadi 2 kelompok (Gambar 2). Kelompok A yaitu sampel *monolithic zirconia endocrown* dan kelompok B yaitu sampel *lithium disilicate endocrown*.

Hasil preparasi *typodont* yang sudah dilakukan μ -scan akan ditampilkan pada *software EXOCAD* untuk merancang desain restorasi *endocrown*. Hasil desain yang sudah dirancang selanjutnya akan diproduksi dengan *milling machine*. *Monolithic zirconia endocrown* akan dilakukan proses pembakaran dengan menggunakan *sintering machine* dan *lithium disilicate* akan dilakukan proses *baking*.

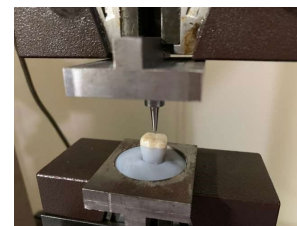
Uji *fracture toughness* pada seluruh sampel dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)* (Hounsfield, UK). Sampel *endocrown* dipasangkan pada tiap *3D printing model* berbahan resin kemudian diletakkan pada bagian lower plate mesin UTM (Gambar 3). Kemudian mesin UTM diaktifkan, alat tersebut akan mengompresi sampel *endocrown* hingga mengalami fraktur. Tahapan ini dilakukan sampai 6 sampel mengalami fraktur.

Analisa Statistik

Perbedaan antara kelompok eksperimen dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji-t tidak berpasangan (SPSS, IBM, Armonk, USA).



Gambar 2. Ukuran mesiobukal dan bukolingual pada *monolithic zirconia*, *lithium disilicate endocrown*, dan *3D printing model* berbahan resin.



Gambar 3. Sampel terletak pada *lower plate* alat *universal testing machine (UTM)*

Hasil

Fracture toughness pada *monolithic zirconia* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan *lithium disilicate endocrown* (Tabel 1). Data diuji dengan uji normalitas *Shapiro-Wilk* untuk menunjukkan data

berdistribusi normal atau tidak. Hasil uji tersebut menyatakan bahwa data tersebut berdistribusi normal ($p > 0,05$), sehingga analisis dilanjutkan dengan uji-t tidak berpasangan (Tabel 2) untuk analisis statistik perbandingan nilai fracture toughness pada *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate endocrown*. Hasil uji-t tidak berpasangan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada fracture toughness *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate* dengan $p < 0,05$.

Tabel 1. Hasil uji fracture toughness

Sampel	Force (N)	
	<i>Monolithic Zirconia</i>	<i>Lithium Disilicate</i>
1	2.644	780
2	3.072	744
3	2.526	782

Tabel 2. Hasil uji-t tidak berpasangan

	Jumlah Sampel	Rata-rata (N)	Nilai p
<i>Monolithic Zirconia</i>	3	2.747	< 0,001*
<i>Lithium Disilicate</i>	3	769	

PEMBAHASAN

Sampel *endocrown* pada penelitian ini diproduksi dengan teknik *CAD/CAM* yang memberikan hasil lebih berkualitas dibandingkan dengan teknik konvensional, karena proses fabrikasi yang dilakukan *CAD/CAM* berbasis komputer.⁸ Akurasi dan kualitas yang dihasilkan dari *CAD/CAM* memberikan restorasi yang lebih kuat dan tahan lama.¹⁵

Ketebalan bagian oklusal pada restorasi *endocrown* sebesar 3 mm, sedangkan mahkota lainnya memiliki ketebalan oklusal sebesar 1,5-2 mm. Semakin besar ketebalan oklusal restorasi, maka semakin besar kekuatan yang diberikan oleh mahkota untuk menahan beban oklusal. Desain restorasi *endocrown* yang minimal invasif tidak menghilangkan jaringan email dan dentin yang sehat, sehingga *endocrown* dapat melindungi gigi dalam menahan beban kunyah.¹⁶

Lithium disilicate memiliki translusensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *monolithic zirconia*.¹¹ Bahan dengan translusensi yang lebih tinggi, memiliki kekuatan yang lebih rendah.¹⁷ *Monolithic zirconia* mengandung bahan yang terbuat dari *crystalline dioxide* yang memiliki kekuatan yang lebih tinggi secara signifikan

dibandingkan *lithium disilicate*.¹⁸ Sifat material pada *monolithic zirconia* memiliki kekuatan yang tinggi, sehingga dapat menyebabkan gigi antagonis mengalami fraktur.¹⁹

Uji *fracture toughness* pada penelitian ini menggunakan alat universal testing machine dengan *jig tapered flat-end* berukuran 6 mm dengan kecepatan *crosshead* 0,2 mm/menit. Sampel diletakkan pada bagian tengah *lower plate* dan dipastikan bahwa *jig* pada mesin sejajar dengan titik beban, yaitu di bagian *central fossa*. Tidak adanya sementasi antara sampel *endocrown* dengan *3D printing model* berbahan resin mengakibatkan hanya bagian lingual saja yang mengalami fraktur, hal ini dikarenakan adanya kegoyangan yang disebabkan tidak cekatnya bagian kavitas sampel *endocrown* dengan *3D printing model* berbahan resin.

Rerata nilai *fracture toughness* pada *monolithic zirconia* sebesar 2.747 N, dan *lithium disilicate* sebesar 769 N (Tabel 2). *Monolithic zirconia* memiliki *fracture toughness* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *lithium disilicate*. Perbedaan nilai *fracture toughness* yang signifikan membuktikan bahwa *monolithic zirconia* memiliki ketahanan terhadap terjadinya fraktur dalam menahan beban oklusal, namun dapat menyebabkan terjadinya fraktur pada sisa mahkota gigi yang ada dan juga pada gigi antagonis. Kekuatan beban kunyah maksimal yang dimiliki orang dewasa rata-rata mencapai 756 N.²⁰ *Endocrown* memiliki ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan mahkota lainnya karena terdapat restorasi yang masuk ke dalam kavitas. *Lithium disilicate* dapat direkomendasikan sebagai bahan restorasi *endocrown* karena kekuatannya mendekati kekuatan beban kunyah maksimal, sehingga diharapkan tidak menyebabkan fraktur pada sisa mahkota gigi yang ada atau merusak gigi antagonis dan mampu menahan beban kunyah *posterior*.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan pada fracture toughness *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate endocrown* yang diproduksi dengan teknik *CAD/CAM*. *Monolithic zirconia* memiliki *fracture toughness* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *lithium disilicate*, namun *lithium disilicate* lebih direkomendasikan sebagai bahan restorasi *endocrown* karena mendekati kekuatan beban kunyah maksimal.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji *fracture toughness* pada *monolithic zirconia* dan *lithium disilicate* dengan ketebalan minimal yang dikombinasi dengan teknik adhesif berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Trisakti yang telah mendukung penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Kalalo WW, Khoman JA, Supit ASR. Restoration of post root canal treatment. *E-GiGi*. 2022; 10(1): 75-80.
- Dogui H, Abdelmalek F, Amor A, Douki N. Endocrown: an alternative approach for restoring endodontically treated molars with large coronal destruction. *Case Rep Dent*. 2018; 1-6.
- Irmaleny, Zuleika, Ardjanggi S, Mardiyah AA, Wahjuningrum DA. Endocrown restoration on postendodontics treatment on lower first molar. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2019; 9(3): 303-10.
- Stefani R. Restorasi endocrown gigi molar pertama rahang atas pasca perawatan endodontik. *JKGT*. 2019; 1(2): 18-20.
- Marthios S, Winanto SS, Elline. Endocrown as a final restoration for endodontically treated teeth with chronic apical abscess- a case report. *Proceeding International Scientific Meeting (TINI IV) & IKORGI National Congress XI*. 2017; 423-8.
- Alexander P, Fibryanto E, Ariwibowo T. Retaining extensive cavity hyperplastic pulpitis mandibular first molar with pulpectomy and endocrown: a case report. *Proceeding International Scientific Meeting (TINI IV) & IKORGI National Congress XI*. 2017; 371-4.
- Zou Y, Bai J, Xiang J. Clinical performance of CAD/CAM-fabricated monolithic zirconia endocrowns on molars with extensive coronal loss of substance. *Int J Comput Dent*. 2018; 21(3): 225-32.
- Nistor L, Gradinaru M, Rica R, Marasescu P, Stan M, Manolea H, et al. Zirconia use in dentistry-manufacturing and properties. *Curr Health Sci J*. 2019; 45(1): 28-35.
- Ningsih JR, Saskianingtyas YS. Zirconia dan resin komposit sebagai restorasi indirek pada gigi posterior. *DENSIUM*. 2021; 106-14.
- Kontonasaki E, Rigos AE, Ilija C, Istantos T. Monolithic zirconia: an update to current knowledge. optical properties, wear, and clinical performance. *Dent J*. 2019; 7(3): 90
- Vijayakumar JB, Varadan P, Balaji L, Rajan M, Kalaiselvam R, Saeralathan S, et al. Fracture resistance of resin based and lithium disilicate endocrowns. which is better? – a systematic review of in-vitro studies. *Biomater Investig Dent*. 2021; 8(1): 104-11.
- Zhang P, Ma L, Fan F, Zeng Z, Peng C, Loya PE, et al. Fracture toughness of graphene. *Nat Commun*. 2014; 5(1): 1-7.
- Altamimi AM, Tripodakis APD, Eliades G, Hirayama H. Comparison of fracture resistance and fracture characterization of bilayered zirconia/fluorapatite and monolithic lithium disilicate all ceramic crowns. *Int J Esthet Dent*. 2014; 9(1): 98-110.
- Kontonasaki E, Giasimakopoulos P, Rigos AE. Strength and aging resistance of monolithic zirconia: an update to current knowledge. *Jpn Dent Sci Rev*. 2020; 56(1): 1-23.
- Irfan UB, Aslam K, Nadim R. A review on CAD CAM in dentistry. *JPDA*. 2015; 24(3): 112-6.
- Papalexopoulos D, Samartzi TK, Sarafianou A. A thorough analysis of the endocrown restoration: a literature review. *J Contemp Dent Pract*. 2021; 22(4): 422-6.
- Young A. Three reasons why zirconia is the best material for dental restoration [Internet]. *Dentistry Today*. 2021 [cited 2022 Des 29]. Available from: <https://www.dentistrytoday.com/three-reasons-why-zirconia-is-the-best-material-for-dental-restoration/>
- Madfa AA, Al-Sanabani FA, Al-Qudami NH, Al-Sanabani JS, Amran AG. Use of zirconia in dentistry: an overview. *Open Biomater J*. 2014; 5(1): 1-9.
- Nakamura K, Mouhat M, Nergard JM, Lægveid SJ, Kanno T, Milleding P, et al. Effect of cements on fracture resistance of monolithic zirconia crowns. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2016; 2(1): 12-9.
- Badung DAMM. *Analisa Ketahanan Gigi Tiruan Jembatan Fiber-Reinforced Composite Terhadap Fraktur dan Gambaran Fraktur yang Terjadi [Skripsi]*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia; 2012.