

## PENGARUH ANGULASI PEMBENTUKAN DAN AKHIRAN PREPARASI TERHADAP KEAKURATAN TEPI DAN INTERNAL OVERLEI RESIN KOMPOSIT 3D PRINTING

*Effect of Build Angle and Preparation Margin Design On the Marginal and Internal Accuracy of 3D Printed Resin Composite Overlay*

Talisa Claudiary Sinatra<sup>1</sup>, Ade Prijanti Dwisaptarini<sup>1\*</sup>, Rosita Stefani<sup>1</sup>, Eddy Eddy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Bahan Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

\*Email: a.p.dwisaptarini@trisakti.ac.id

### ABSTRACT

*Marginal and internal accuracy are critical aspects of the success of indirect restorations. With advancements in Liquid Crystal Display (LCD)-based 3D printing technology, this study evaluated the influence of formation angulation and preparation termination type on the accuracy of composite resin overlay restorations. We aimed to analyze the accuracy of the marginal and internal overlay of 3D-printed composite resin based on the formation angulation (150° and 180°) and preparation margin (shoulder and functional cusp bevel). This experimental study used 40 overlay samples divided into four groups (n=10) according to the angulation angle and preparation margin combination (150° + shoulder, 180° + shoulder, 150° + functional cusp bevel, 180° + functional cusp bevel). Internal and marginal accuracy was measured using the silicone weight technique and silicone replica technique observed with a digital optical microscope. Data were statistically analyzed using two-way ANOVA and post hoc Tukey. This study showed that formation angulation significantly affects the marginal and internal accuracy (p<0.05). The group with an angulation angle of 180° showed better results than the 150°. The type of preparation margin did not significantly affect marginal and internal accuracy, but the functional cusp bevel margin resulted in a larger marginal gap than the shoulder at some measurement points. The study concluded that 180° formation angulation showed better marginal and internal accuracy of LCD-based 3D-printed composite resin overlays. However, no significant differences were found among different types of preparation margins.*

**Keywords:** composite resin, formation angulation, internal accuracy, marginal accuracy, preparation margin, 3D printing

### ABSTRAK

Keakuratan tepi dan internal merupakan aspek penting dalam keberhasilan restorasi indirek. Seiring dengan kemajuan teknologi, metode pembuatan restorasi dengan 3D printing terbaru berbasis *Liquid Crystal Display* (LCD) mampu memberikan efisiensi waktu produksi yang lebih singkat. Penelitian ini mengevaluasi pengaruh angulasi pembentukan dan jenis akhiran preparasi terhadap keakuratan restorasi overlei resin komposit serta bertujuan untuk menganalisis keakuratan tepi dan internal overlei resin komposit 3D printing berdasarkan sudut angulasi pembentukan (150° dan 180°) dan akhiran preparasi (*shoulder* dan *functional cusp bevel*). Penelitian eksperimental ini menggunakan 40 sampel overlei 3D printing yang dibagi menjadi empat kelompok (n=10), sesuai kombinasi sudut angulasi pada proses printing dan akhiran preparasi restorasi (150° + *shoulder*, 180° + *shoulder*, 150° + *functional cusp bevel*, 180° + *functional cusp bevel*). Keakuratan internal dan tepi diukur dengan menggunakan *silicone weight technique* dan *silicone replica technique* yang di observasi dengan *digital*

*optical microscope*. Data dianalisis dengan uji Two-way ANOVA dan Post Hoc Tukey. Penelitian ini menunjukkan bahwa angulasi pembentukan memengaruhi keakuratan tepi dan internal secara signifikan ( $p < 0,05$ ). Kelompok dengan sudut angulasi  $180^\circ$  menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan sudut  $150^\circ$ . Jenis akhiran preparasi tidak memengaruhi keakuratan tepi dan internal secara signifikan, tetapi akhiran *functional cusp bevel* menghasilkan celah tepi lebih besar dibandingkan *shoulder* pada beberapa titik pengukuran. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Keakuratan tepi dan internal terbaik dari restorasi overlei resin komposit 3D *printing* berbasis metode LCD dapat dicapai dengan penggunaan sudut angulasi  $180^\circ$  dan tidak dipengaruhi oleh jenis akhiran preparasi.

**Kata kunci:** akhiran preparasi, angulasi pembentukan, keakuratan internal, keakuratan tepi, resin komposit, 3D *printing*

## PENDAHULUAN

Restorasi tidak langsung merupakan sebuah restorasi yang tidak dikerjakan langsung di dalam rongga mulut, melainkan harus melalui proses di laboratorium yang biasanya digunakan pada gigi yang telah mengalami karies, fraktur atau setelah mendapatkan perawatan endodontik [1], [2]. Restorasi tidak langsung dibagi ke dalam *full-coverage* dan *partial-coverage*. Salah satu bentuk restorasi tidak langsung *partial-coverage* adalah overlei yang merupakan restorasi perawatan konservatif dengan melakukan preparasi hanya pada sebagian permukaan gigi yang bertujuan melindungi seluruh permukaan oklusal sehingga memungkinkan untuk mempertahankan sisa struktur gigi [1], [2].

Preparasi overlei umumnya menggunakan akhiran preparasi berbentuk *shoulder* atau *chamfer*, namun prinsip kedokteran gigi saat ini yang menganut *minimal invasive* mengarah pada desain preparasi yang lebih konservatif. Desain ini merupakan hasil dari adanya kemajuan dalam perkembangan bahan adhesif, yang telah mengubah penekanan dari retensi mekanis ke arah biologis, adhesif, dan biomimetik [3], [4]. Desain preparasi overlei adhesif dengan modifikasi terbaru sebagai contoh yaitu penggunaan desain *hollow-chamfer*, desain *butt-joint* serta penggunaan akhiran preparasi dengan penempatan *functional cusp bevel* [5]. Penggunaan bevel sebagai akhiran preparasi memiliki fungsi untuk menciptakan ruang untuk bahan restorasi dengan mempertahankan permukaan email sebanyak-banyaknya.

Saat ini fabrikasi tidak langsung memungkinkan dengan penggunaan *Computer-aided design/computer-aided manufacturing* (CAD/CAM) [6]. Salah satu metode dalam teknik CAD/CAM yaitu *additive manufacturing* (AM) atau 3D *printing* mulai muncul di kedokteran gigi sebagai teknik yang menjanjikan untuk membuat restorasi gigi. Metode *Stereo Lithography Appearance* (SLA), *Digital Light Processing* (DLP), dan *Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan metode yang paling sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi, karena mampu menghasilkan akurasi dan resolusi dari teknologi *printing* dengan detail yang superior dan permukaan akhir yang halus [7]. Mesin 3D *printing* dengan metode LCD merupakan salah satu metode terbaru dengan biaya lebih murah dibandingkan SLA dan DLP serta, bila dibandingkan dengan printer SLA, mampu memberikan efisiensi melalui waktu produksi yang lebih singkat [8].

Proses pembuatan restorasi melalui 3D *printing*, dimulai dengan menentukan sudut atau angulasi pembuatan yang merupakan langkah penting yang memengaruhi sifat fisik dan mekanik bahan *printing* [9], [10]. Penggunaan angulasi pembentukan untuk menentukan arah *printing* dapat diatur dalam file *standard tessellation language* (STL). Angulasi pembentukan bervariasi dari  $0^\circ$  hingga  $360^\circ$  [10]. Penelitian 3D *printing* sebelumnya didapatkan bahwa perbedaan angulasi pembentukan memengaruhi keakuratan tepi restorasi seperti penelitian yang dilakukan oleh Ryu, dkk dengan menggunakan teknik DLP pada *single crown* didapatkan sudut  $150^\circ$  dan  $180^\circ$  yang mampu memberikan hasil akurasi paling optimal dibandingkan dengan sudut lainnya. [6]

Keberhasilan jangka panjang dari sebuah restorasi definitif adalah keakuratan tepi dan internal [11], [12], [13]. Kurangnya keakuratan tepi dan internal dapat menyebabkan akumulasi plak, kebocoran semen, diskolorisasi marginal, estetik yang buruk, sensitivitas gigi, karies dan penyakit periodontal [11], [12]. Belser menyatakan bahwa celah marginal yang diperbolehkan secara klinis pada restorasi akhir adalah 120  $\mu\text{m}$ . [6] Dan menurut Boitelle keakuratan internal restorasi CAD/CAM adalah 45-219  $\mu\text{m}$  pada celah internal [14]. Keakuratan tepi dan internal dari sebuah restorasi dipengaruhi oleh penggunaan material restorasi yang berbeda, metode pembuatan restorasi dan desain akhiran preparasi [11].

Metode non-destruktif yang dapat digunakan untuk mengevaluasi keakuratan tepi dan internal dari sebuah restorasi adalah *silicone weight technique* dan *silicone replica technique* (SRT) [15]. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian sebagai metode yang relatif sederhana yang tidak memerlukan pemotongan restorasi tetapi memiliki kekurangan karena keakuratannya bergantung pada sifat tipe material silikon yang digunakan [6], [16]. Namun demikian, metode ini secara umum diterima sebagai metode pengukuran yang mudah dan dapat diandalkan untuk menilai keakuratan tepi dan internal [17].

Hingga saat ini belum ada penelitian yang mengevaluasi keakuratan tepi dan internal pada overlei *3D printing* sebagai restorasi definitif dengan teknik LCD dan angulasi pembentukan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keakuratan tepi dan internal overlei resin komposit *3D printing* dengan teknik LCD berdasarkan sudut angulasi pembentukan ( $150^\circ$  dan  $180^\circ$ ) dan akhiran preparasi (*shoulder* dan *functional cusp bevel*).

## METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan penelitian *post-test only control group*. Penelitian dilakukan pada Februari 2024 hingga Juli 2024 di Laboratorium Dent Core Kampus B FKG Universitas Trisakti untuk pembuatan sampel dan dilanjutkan di Laboratorium DMT Core Kampus B FKG Universitas Trisakti untuk pengujian sampel. Populasi sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah restorasi overlei menggunakan bahan resin komposit *3D printing* dengan jumlah sampel ditentukan berdasarkan rumus *Lemeshow* dan dari perhitungan didapatkan besar sampel  $n=10$ .

Penelitian ini mempunyai dua variabel bebas yaitu akhiran preparasi dan angulasi pembentukan overlei resin komposit *3D printing*. Akhiran preparasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *shoulder* dan *functional cusp bevel*. Angulasi yang digunakan pada penelitian ini adalah sudut  $150^\circ$  dan  $180^\circ$ . Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan keakuratan tepi dan internal dengan akhiran preparasi dan angulasi *3D printing* yang berbeda. Proses pembuatan sampel dalam penelitian ini dilakukan oleh satu operator yang sama dengan menggunakan alat dan bahan yang sama yaitu mesin *3D printing* dengan metode LCD (*Ackuretta SOL, Taiwan*), *intraoral scanner (TRIOS, Copenhagen K Denmark)* dan resin komposit (*CROWNTEC® Saremco Dental AG, Switzerland*).

### Pembuatan sampel overlei

Sampel overlei diawali dengan persiapan model gigi dengan preparasi model gigi molar pertama yang dilakukan preparasi overlei ketebalan oklusal 1,5 mm dengan akhiran *rounded shoulder* sebesar 1 mm dan preparasi model gigi molar pertama dilakukan preparasi overlei ketebalan oklusal 1,5 mm dengan akhiran *functional cusp bevel* pada cusp bukal.

Sampel overlei dibuat dengan mencetak model studi yang telah dipreparasi menggunakan *intraoral scanner*. Hasil pencetakan yang berbentuk digital dengan format

STL dipindahkan ke *software* EXOCAD untuk didesain membentuk sebuah restorasi overlei.

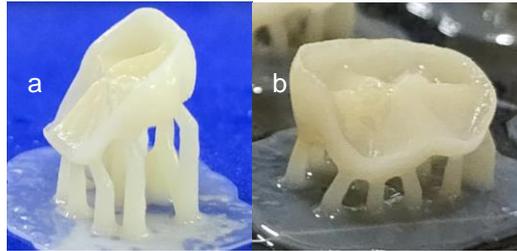
Desain restorasi kemudian diekspor ke dalam *3D printing software* (*ALPHA AI Ackuretta, Taiwan*) dan dibuat dengan tambahan pengaturan angulasi pembentukan. Sampel dicetak dengan menggunakan mesin *3D printing* metode LCD sebanyak 40 restorasi overlei dengan material resin komposit *3D printing* yang terbagi ke dalam:

P1: Overlei akhiran *shoulder* dengan pengaturan angulasi sudut  $150^{\circ}$  (n=10)

P2: Overlei akhiran *shoulder* dengan pengaturan angulasi sudut  $180^{\circ}$  (n=10)

P3: Overlei akhiran *functional cusp bevel* dengan pengaturan angulasi sudut  $150^{\circ}$  (n=10)

P4: Overlei akhiran *functional cusp bevel* dengan pengaturan angulasi sudut  $180^{\circ}$  (n=10)



**Gambar 1. Hasil 3D Printing Overlei dengan Resin Komposit pada Pengaturan Angulasi (a)  $150^{\circ}$ , (b)  $180^{\circ}$**

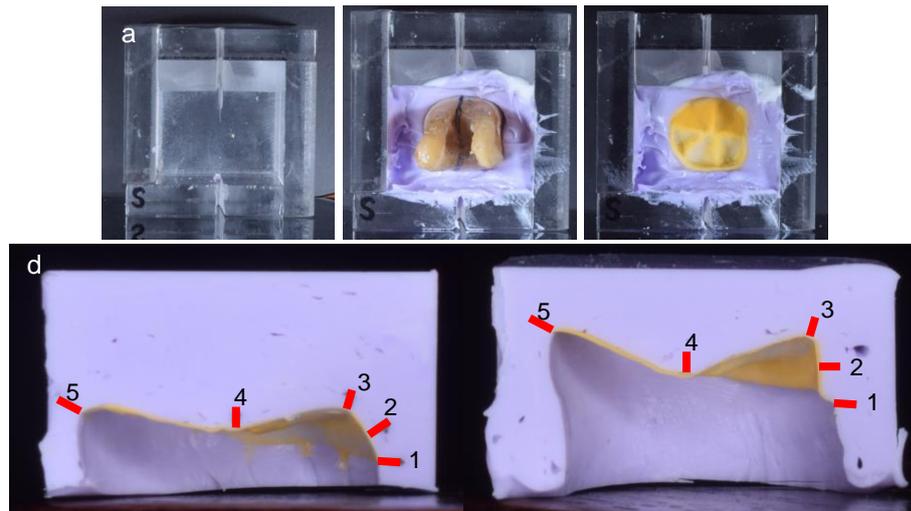
Penyelesaian hasil sampel restorasi dengan menghilangkan bagian *platform support* menggunakan pisau wax, yang dilanjutkan dengan pembilasan dengan alkohol 96% untuk menghilangkan resin yang tersisa, kemudian *curing* dengan UV box (*Ackuretta curie, Taiwan*) selama 2x3menit disetiap permukaan.

#### **Silicone weight technique**

Pada model gigi yang telah dipreparasi dilakukan pencatatan berat dengan menggunakan *analytical balance* (Fujitsu Fr-Ar 210, Fujitsu Limited, Jepang) selanjutnya diinjeksikan *light body impression* (Aquasil Ultra XLV, Dentsply Sirona, York, PA, USA) dan diletakkan sampel overlei diatasnya kemudian ditekan dengan tekanan jari. Setelah cetakan kering dengan sempurna, model gigi ditimbang kembali dan dihitung berat selisih untuk mendapatkan berat *light body*.

#### **Silicone replica technique**

Model gigi yang telah diinjeksikan *light body*, kemudian dicetak kembali menggunakan *bite registration* (Regisil Rigid, Dentsply Sirona, York, PA, USA) pada *customized tray*. Hasil pencetakan dibelah menjadi dua sama besar pada bagian tengah untuk dievaluasi keakuratan internal dan tepi, dilanjutkan dengan memberikan penandaan yang merepresentasikan bagian margin melalui penempatan 2 titik yaitu pada bagian margin bukal (titik 1) dan margin lingual (titik 2), sedangkan untuk merepresentasikan bagian internal dilakukan dengan penandaan 3 titik yaitu pada bagian *axial wall* (titik 2), pucak cusp (titik 3) dan *fissure* (titik 4) seperti pada gambar 2. Penandaan dilakukan untuk mendapatkan titik pengukuran yang sama di setiap sample sehingga mengurangi kemungkinan bias pada saat pengukuran. Evaluasi dilanjutkan dengan melakukan pengukuran lebar *light body* dengan *digital optical microscope* (HMV-G series microscope, Shimadzu corporation, Jepang).



**Gambar 2. Tahapan Pembuatan Sampel dengan *Silicone Replica Technique* Dan Teknik Penentuan Titik Pengukuran. (a) *customized tray*, (b dan c) pencetakan dengan *bite registration*, (d) penandaan margin**

### Analisis data

Data pada penelitian ini di analisis menggunakan SPSS 26. Pada uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk ( $n \leq 50$ ) dan uji homogenitas menggunakan uji Levene dengan. Untuk menguji perbedaan angulasi pembentukan dan jenis akhiran preparasi terhadap keakuratan tepi dan internal di analisis dengan uji *two-way ANOVA* dan dilanjutkan dengan *Post Hoc Tukey*.

### HASIL

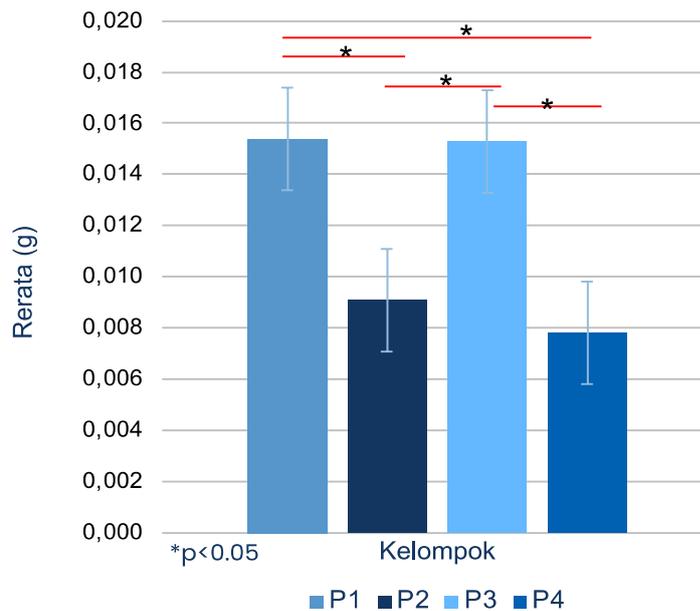
Hasil dari analisis data pengukuran berat pada metode *silicone weight technique* disajikan dalam tabel 1. Berat terbesar pada kelompok P1 yaitu  $150^\circ$  dengan akhiran preparasi *shoulder*, sedangkan nilai terkecil terdapat pada kelompok P4 yaitu  $180^\circ$  dengan akhiran preparasi *functional cusp bevel*. Hasil dari analisis data menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari perbandingan antar kelompok berdasarkan sudut angulasi pembentukan dengan  $p < 0.05$ . Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan jika dibandingkan antar kelompok berdasarkan akhiran preparasi.

**Tabel 1. Hasil analisis *two-way ANOVA* keakuratan internal metode *silicone weight technique***

Kelompok	Rerata; Simpang baku (g)	Perbandingan antar	Nilai p*
P1	0,0150 (0,0015)	Sudut angulasi (A) Preparasi (P)	<0,001 0,246
P2	0,0087 (0,0013)		
P3	0,0147 (0,0015)	Interaksi (A*P)	0,640
P4	0,0080 (0,0010)		

$p < 0.05$  menunjukkan adanya perbedaan signifikan

Gambar 3 menunjukkan hasil dari analisis data metode *silicone weight technique* dengan uji *Post Hoc Tukey* yang menunjukkan bahwa pada kelompok P1 dibandingkan dengan kelompok P2, kelompok P1 dibandingkan kelompok P4, kelompok P2 dibandingkan kelompok P3, dan kelompok P3 dibandingkan kelompok P4 memiliki perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ).



Keterangan : P1 (150° + shoulder) ; P2 (180° + shoulder); P3 (150° + functional cusp bevel); P4 (180° + functional cusp bevel)

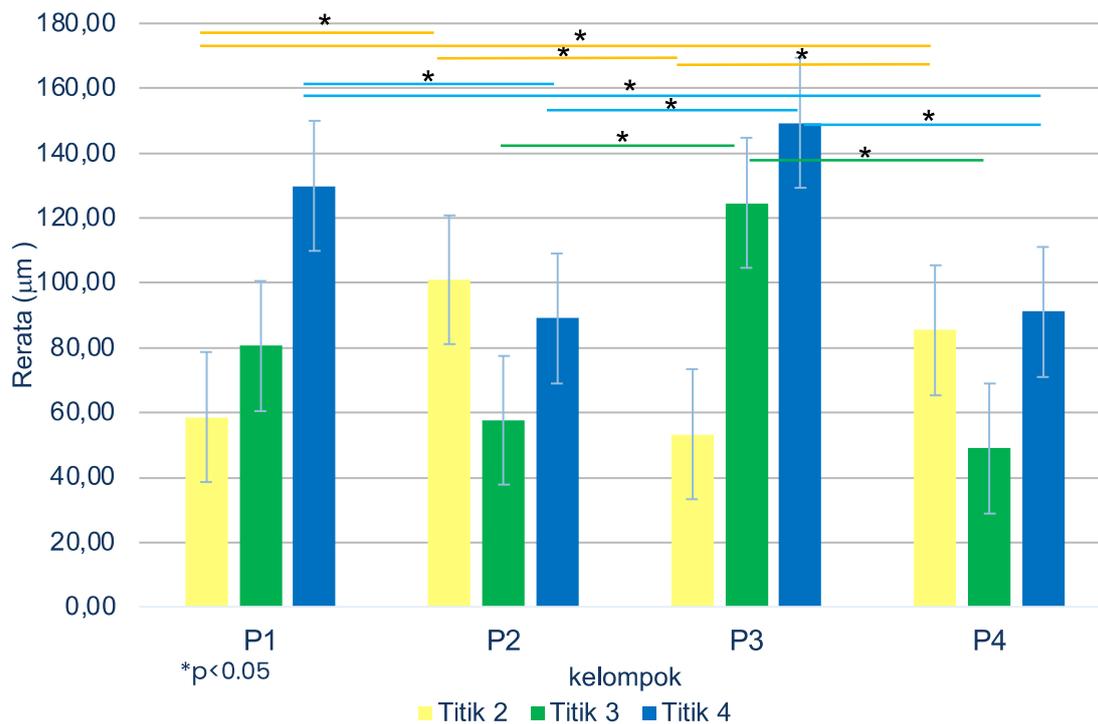
**Gambar 3. Grafik Rerata Keakuratan Internal Metode Silicone Weight Technique. (\*) Menandakan Adanya Perbedaan Signifikan antar Kelompok.**

Hasil dari analisis data keakuratan internal metode *silicone replica technique* dengan pengukuran ketebalan *lightbody* pada titik 2 (*axial wall*), titik 3 (puncak cusp) dan titik 4 (*fissure*) dengan uji *Two-way ANOVA* disajikan dalam tabel 2. Menunjukkan bahwa celah terbesar pada titik 2 terdapat pada kelompok 180° dan akhiran preparasi *shoulder*, sedangkan nilai terkecil terdapat pada kelompok 150° dengan akhiran preparasi *functional cusp bevel*. Pada titik 3 didapatkan celah terbesar pada kelompok 150° dengan akhiran preparasi *functional cusp bevel* dan nilai terkecil pada kelompok 180° dengan akhiran preparasi *functional cusp bevel*. Pada titik 4 didapatkan celah terbesar pada kelompok 150° dengan akhiran preparasi *functional cusp bevel* dan nilai terkecil pada kelompok 180° dengan akhiran preparasi *shoulder*. Hasil dari analisis data menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari perbandingan antar kelompok berdasarkan sudut angulasi pembentukan dengan  $p < 0.05$ . Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan jika dibandingkan antar kelompok berdasarkan akhiran preparasi.

**Tabel 2. Hasil Analisis Two-Way ANOVA Keakuratan Internal pada titik 2,3 dan 4**

	Kelompok	Rerata; Simpang Baku ( $\mu\text{m}$ )	Perbandingan Antar	Nilai p*
Titik 2	P1	58,53 (12,71)	Sudut angulasi (A) Preparasi (P) Interaksi (A*P)	<0,001 0,101 0,411
	P2	110,98 (23,79)		
	P3	53,27 (16,69)		
	P4	85,43 (22,93)		
Titik 3	P1	80,63 (7,01)	Sudut angulasi (A) Preparasi (P) Interaksi (A*P)	<0,001 0,147 0,033
	P2	57,64 (12,51)		
	P3	124,57 (71,50)		
	P4	48,96 (18,33)		
Titik 4	P1	129,80 (8,68)	Sudut angulasi (A) Preparasi (P) Interaksi (A*P)	<0,001 0,062 0,125
	P2	89,18 (6,70)		
	P3	149,30 (31,30)		
	P4	91,16 (11,99)		

$p < 0.05$  menunjukkan adanya perbedaan signifikan



Keterangan : P1 (150° + shoulder) ; P2 (180° + shoulder); P3 (150° + functional cusp bevel); P4 (180° + functional cusp bevel)

**Gambar 4. Grafik Rerata Keakuratan Internal Metode *Silicone Replica Technique*. (\*) Menandakan Adanya Perbedaan Signifikan antar Kelompok.**

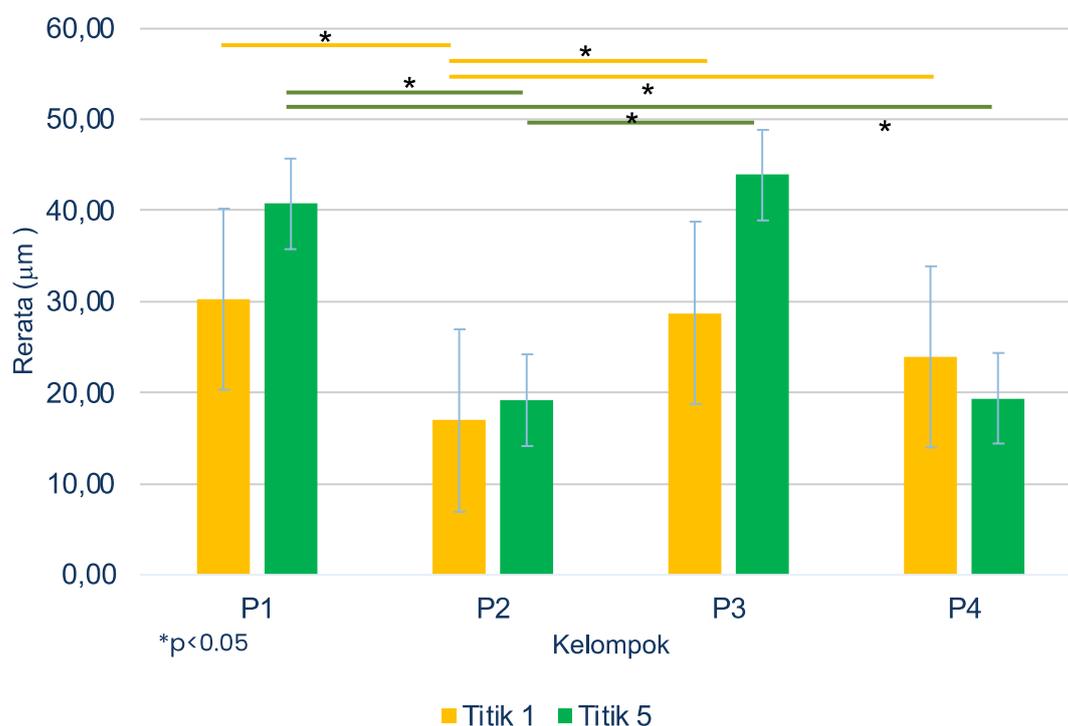
Gambar 4 menunjukkan hasil dari analisis data pada titik pengukuran 2 dengan metode *silicone replica technique* menunjukkan bahwa pada kelompok P1 dibandingkan kelompok P2, kelompok P1 dibandingkan kelompok P4, kelompok P2 dibandingkan kelompok P3 dan kelompok P3 dibandingkan kelompok P4 memiliki perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ). Pada titik pengukuran 3 menunjukkan bahwa kelompok P2 dibandingkan kelompok P3 dan kelompok P3 dibandingkan kelompok P4 memiliki perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ). Pada titik pengukuran 4 menunjukkan bahwa kelompok P1 dibandingkan kelompok P2, kelompok P1 dibandingkan kelompok P4, kelompok P2 dibandingkan kelompok P3 dan kelompok P3 dibandingkan kelompok P4 memiliki perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ).

Hasil dari analisis data keakuratan tepi metode *silicone replica technique* dengan pengukuran ketebalan *lightbody* pada titik 1 (margin bukal) dan titik 2 (margin lingual) dengan uji *Two-way ANOVA* disajikan dalam tabel 3. Menunjukkan bahwa celah terbesar pada titik 1 terdapat pada kelompok 150° dan akhiran preparasi *shoulder* (29,20µm), sedangkan nilai terkecil terdapat pada kelompok 180° dengan akhiran preparasi *shoulder* (16,97µm). Pada titik 5 didapatkan celah terbesar pada kelompok 150° dengan akhiran preparasi *functional cusp bevel* (38,52µm) dan nilai terkecil pada kelompok 180° dengan akhiran preparasi *shoulder* (19,19µm). Hasil dari analisis data menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari perbandingan antar kelompok berdasarkan sudut angulasi pembentukan dengan  $p < 0.05$ . Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan jika dibandingkan antar kelompok berdasarkan akhiran preparasi.

**Tabel 3. Hasil Analisis Two-Way ANOVA Keakuratan Tepi pada Titik 1 dan Titik 5**

	Kelompok	Rerata; Simpang Baku ( $\mu\text{m}$ )	Perbandingan Antar	Nilai p*
Titik 1	P1	29,20 (7,58)	Sudut angulasi (A) Preparasi (P) Interaksi (A*P)	<0,001 0,068 0,038
	P2	16,97 (0,69)		
	P3	28,73 (6,22)		
	P4	23,93 (4,71)		
Titik 5	P1	34,24 (10,50)	Sudut angulasi (A) Preparasi (P) Interaksi (A*P)	<0,001 0,420 0,459
	P2	19,19 (2,47)		
	P3	38,52 (12,79)		
	P4	19,37 (4,43)		

p<0.05 menunjukkan adanya perbedaan signifikan



Keterangan : P1 (150° + shoulder) ; P2 (180° + shoulder); P3 (150° + functional cusp bevel); P4 (180° + functional cusp bevel)

**Gambar 5. Grafik Rerata Keakuratan Tepi Metode *Silicone Replica Technique*. (\*) Menandakan Adanya Perbedaan Signifikan Antar Kelompok**

Gambar 5 menunjukkan hasil dari analisis data pada titik pengukuran 1 dengan metode *silicone replica technique* menunjukkan bahwa pada kelompok P1 dibandingkan kelompok P2, kelompok P2 dibandingkan kelompok P3 dan kelompok P2 dibandingkan kelompok P4 memiliki perbedaan signifikan (p<0,05). Pada titik pengukuran 5 menunjukkan bahwa kelompok P1 dibandingkan kelompok P2, kelompok P1 dibandingkan kelompok P4, kelompok P2 dibandingkan kelompok P3 dan kelompok P3 dibandingkan kelompok P4 memiliki perbedaan signifikan (p<0,05).

## PEMBAHASAN

Overlei merupakan salah satu restorasi *full cusp coverage* yang dapat diproduksi secara direk ataupun indirek sebagai pilihan restorasi yang konservatif pada gigi pasca perawatan saluran akar. Desain konservatif ini merupakan hasil dari kemajuan bahan

adhesif, yang telah mengubah retensi mekanis menjadi retensi biologis, adhesif, dan biomimetik [18], [19]. Hal ini diikuti dengan penggunaan akhiran preparasi yang lebih konservatif seperti *functional cusp bevel* yang diketahui memiliki keuntungan memperluas area adhesif dari gigi [5].

Saat ini fabrikasi indirek dengan menggunakan metode CAD/CAM mampu memberikan keakuratan yang lebih superior dibandingkan konvensional [6]. Salah satu metode CAD/CAM yaitu 3D *printing* mampu memberikan hasil restorasi yang baik dan akurat, serta efisiensi waktu dan bahan yang tinggi bila dibandingkan dengan metode lainnya seperti *casting* dan *milling*. Pada penelitian ini mesin 3D *printing* yang digunakan adalah mesin 3D *printing* dengan metode LCD yang merupakan salah satu metode 3D *printing* terbaru dan mampu menawarkan hasil restorasi dengan akurasi dan efisiensi waktu yang baik. Seiring perkembangan metode 3D *printing*, saat ini perkembangan material dari 3D *printing* juga semakin berkembang terutama dalam hal restorasi definitif dengan menggunakan resin komposit.

Kualitas material yang baik dan pemilihan alat yang baik dapat menghasilkan restorasi yang kuat dan tahan lama [5], [18], [20], [21]. Salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan serta ketahanan jangka panjang dari sebuah restorasi definitif adalah kualitas adaptasi margin atau keakuratan tepi serta akurasi internal. Hal ini dapat diukur dan dievaluasi dengan berbagai metode, seperti *silicone weight technique* untuk menilai keakuratan internal dan metode *silicone replica technique* untuk menilai keakuratan tepi. Penelitian ini menggunakan model gigi yang telah dipreparasi overlei dengan dua akhiran preparasi yang berbeda, yaitu *shoulder* dan *functional cusp bevel*, jenis preparasi ini telah disesuaikan dengan *golden standard minimally invasive restoration* yang telah dinyatakan oleh peneliti sebelumnya [3], [5], [22]. Selanjutnya, gigi kemudian dibuatkan restorasi overlei dengan menggunakan mesin 3D *printing* yang diatur angulasi pembentukannya dengan dua sudut yang berbeda, yaitu 150° dan 180°. Hasil keakuratan restorasi diukur dengan bantuan *lightbody impression* yang dikombinasikan dengan penggunaan *bite registration* sebagai penstabil *light body impression* dan dilanjutkan dengan dua metode pengukuran, yaitu penimbangan dan pengukuran.

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini adalah *analytical balance* dan digital mikroskop. Pemilihan alat ukur *analytical balance* dan *lightbody*, dengan pemilihan bahan *lightbody* yang memiliki sifat material viskositas rendah dapat memudahkan evaluasi *gap* yang ada pada restorasi, serta tidak merusak apapun sehingga dapat digunakan pada penelitian *in vivo* maupun *in vitro*, sedangkan *analytical balance* dipilih karena memiliki akurasi yang cukup detail dan akurat [16]. Alat ukur pada metode kedua, menggunakan digital mikroskop karena pengukuran ini dapat menjangkau pengukuran ketebalan *margin* yang masih dapat ditoleransi untuk sebuah restorasi. Ketebalan *marginal gap* yang masih dapat ditoleransi adalah 120 µm atau 0.120 mm [6], [10], [11], [16].

Metode pertama adalah penimbangan dengan *analytical balance*, gigi ditimbang, lalu ditimbang ulang saat *lightbody* telah diinsersikan di antara restorasi dan gigi telah kering sempurna dengan catatan tidak ada sisa *lightbody* yang keluar dari restorasi. Selisih antara hasil penimbangan kedua dan pertama merupakan berat *lightbody* yang ada di antaranya dengan akurasi 0.0001 g. Hasil berat yang didapatkan dapat mewakili keakuratan tepi dan internal [23]. Hasil dari penelitian ini dapat menggambarkan bahwa keakuratan internal tidak dipengaruhi oleh jenis akhiran preparasi. Namun, dipengaruhi oleh sudut angulasi pembentukan, dimana pada angulasi pembentukan 180° memiliki nilai rerata berat yang lebih kecil dibandingkan angulasi pembentukan 150°. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Alharbi, dkk dengan menggunakan mesin 3D *printing* metode DLP dikatakan bahwa angulasi pembentukan 150° memiliki deviasi lebih tinggi dibandingkan sudut 180° [10]. Terdapat beberapa kemungkinan

alasan adanya perbedaan keakuratan internal pada angulasi pembentukan yang berbeda, seperti pembentukan dasar lapisan yang di bentuk pada mesin 3D *printing* akan berbeda sesuai dengan angulasi pembentukan yang digunakan [11]. Perubahan dari dasar lapisan yang terbentuk juga dapat memengaruhi bentuk dan derajat penyusutan ketika polimerisasi, sehingga mengakibatkan adanya perbedaan keakuratan internal dari sebuah restorasi [6]. Berat *lightbody* pada penelitian ini menggambarkan hasil perbedaan *internal gap* pada restorasi, sedangkan ada kemungkinan pada bagian tepi memiliki ukuran yang kecil tetapi pada bagian oklusal memiliki *gap* yang besar, sehingga untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat mengenai keakuratan tepi perlu diteliti lebih lanjut menggunakan metode kedua dengan pengukuran dengan skala mikrometer.

Metode kedua adalah pengukuran dengan digital mikroskop, *lightbody* yang ada di antara restorasi dan gigi kemudian dicetak kembali menggunakan *bite registration* pada *customized tray*. Hasil pencetakan dibelah menjadi dua sama besar pada bagian tengah untuk dievaluasi keakuratan tepi dan internal dengan digital mikroskop pada 2 titik yang mempresentasikan *marginal fit*, margin bukal (titik 1) dan margin lingual (titik 5). Serta 3 titik yang mempresentasikan *internal gap*; bagian *axial wall* (titik 2), puncak cusp (titik 3), dan *fissure* (titik 4). Sampai saat ini belum ada kesepakatan dalam literatur mengenai jumlah titik pengukuran yang diperlukan. Hamad, dkk menyatakan rata-rata untuk setiap kelompok diperoleh total 120 pengukuran untuk marginal dan *axial wall* serta 80 pengukuran untuk celah oklusal [24], [25]. Pada penelitian ini telah memenuhi total 120 pengukuran untuk marginal dan *axial wall* serta 80 pengukuran untuk celah oklusal.

Hasil dari penelitian ini dapat menggambarkan bahwa keakuratan tepi dipengaruhi oleh sudut angulasi pembuatan, dimana hasil data pada titik 1 menunjukkan celah terbesar ditemukan pada kelompok overlei dengan angulasi pembentukan 150° dan akhiran preparasi *shoulder*: 29,20µm, dan nilai terkecil terdapat pada kelompok overlei dengan sudut angulasi pembentukan 180° dan akhiran preparasi *shoulder*: 16,97µm. Sedangkan, hasil data pada titik 5 menunjukkan celah terbesar pada kelompok overlei dengan angulasi pembentukan 150° dan akhiran preparasi *functional cusp bevel*: 38,52µm, dan nilai terkecil terdapat pada kelompok overlei dengan angulasi pembentukan 180° dengan akhiran preparasi *shoulder*: 19,19µm. Hasil data tersebut masih dalam batas toleransi yaitu dibawah 120 µm [6], [10], [11], [16]. Belser menyatakan bahwa celah marginal yang diperbolehkan secara klinis pada restorasi akhir adalah 120 µm [6]. Dan menurut Boitelle keakuratan internal restorasi CAD/CAM adalah 45-219 µm pada celah internal [14]. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ryu, dkk serta Osman, dkk dengan mesin 3D *printing* DLP bahwa pada angulasi pembentukan 180° memiliki hasil yang paling baik dan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok angulasi pembentukan [6], [10]. Terdapat berbagai alasan adanya perbedaan dalam keakuratan tepi dan internal berdasarkan angulasi pembentukannya. Salah satunya adalah bentuk *layer* yang dibuat oleh printer 3D yang menghasilkan *layer* yang berbeda menurut angulasi pembuatannya [6]. Selain itu, posisi dari *platform support* akan berubah mengikuti angulasi pembentukannya. Kesalahan atau ketidakakuratan dapat meningkat dari bagian yang tidak terdapat *support*. Jika *support* terletak dekat dengan margin, maka kerusakan yang tidak diinginkan dapat terjadi saat proses menghilangkan bagian *support*. [10]

Hasil dari penelitian ini menunjukkan pada overlei dengan akhiran preparasi *functional cusp bevel* memiliki celah terbesar dengan nilai rerata 26,33µm bila dibandingkan dengan akhiran preparasi *shoulder*. Namun hasil analisa statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara akhiran preparasi yang berbeda. Berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Lima, dkk yang menyatakan akhiran preparasi memiliki perbedaan signifikan antara preparasi konvensional dengan *shoulder* dibandingkan akhiran preparasi dengan *bevel* pada

restorasi CAD/CAM onlei [26]. Hal yang sama juga sesuai dengan temuan Falahchai dkk, yang menunjukkan bahwa ketika membandingkan keakuratan tepi antara preparasi konservatif overlei dengan preparasi tradisional, preparasi konservatif mencatat keakuratan tepi yang paling tinggi secara signifikan baik sebelum maupun sesudah sementasi [27]. Adanya perbedaan dari hasil penelitian ini disebabkan pada penelitian yang dilakukan Lima, dkk serta Falahchai, dkk menggunakan teknik CAD/CAM dengan mesin *milling* pada proses pembuatan restorasinya, sehingga pada pembentukan akhiran preparasi *shoulder* dengan menggunakan teknik ini dapat menghasilkan deviasi yang cukup besar karena penggunaan mata bur pada mesin *milling* tidak selalu cukup baik pada pembentukan akhiran *shoulder* [26].

Keakuratan tepi dan internal untuk restorasi berupa overlei dengan bahan resin komposit 3D *printing* terbaik dapat dicapai dengan pemilihan angulasi pembentukan di 180° dan pemilihan jenis akhiran preparasi antara *shoulder* ataupun *functional cusp bevel* pada restorasi overlei resin komposit 3D *printing* mampu memberikan nilai keakuratan tepi yang baik sesuai dalam batas nilai celah marginal yang telah ditentukan. Limitasi pada penelitian ini adalah penekanan sampel pada pengaplikasian *light body impression* saat fiksasi dilakukan menggunakan tekanan jari agar dapat mempresentasikan kondisi fiksasi dalam mulut pasien, namun memiliki keterbatasan berupa tekanan yang berbeda-beda pada setiap sampel [6], [28], [29], [30]. Beberapa penelitian serupa melakukan fiksasi dengan menggunakan tekanan mesin sebesar 50N sehingga didapatkan tekanan yang sama pada seluruh sampel [4], [31], [32].

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, keakuratan tepi dan internal overlei resin komposit 3D *printing* dipengaruhi oleh angulasi pembentukan dengan sudut angulasi 180° memiliki hasil yang paling optimal. Pemilihan jenis akhiran preparasi berupa *shoulder* ataupun *functional cusp bevel* tidak memiliki perbedaan signifikan secara statistik dan kedua jenis akhiran preparasi tersebut memiliki celah marginal yang diperbolehkan secara klinis pada restorasi akhir yaitu dibawah 120 µm. Hasil penelitian ini dapat menjadi panduan bagi para klinisi dalam memilih angulasi pembentukan pada pengaturan pencetakan restorasi overlei resin komposit dengan mesin 3D *printing* untuk mendapatkan hasil keakuratan tepi dan internal terbaik dengan menggunakan pengaturan nilai sudut 180° dan penggunaan jenis akhiran preparasi *functional cusp bevel* yang merupakan akhiran preparasi *minimal invasive* dan konservatif untuk restorasi overlei 3D *printing* mampu memberikan nilai kerapatan tepi yang sama baiknya dengan jenis akhiran preparasi lainnya. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan membandingkan jenis bahan restorasi 3D *printing* yang berbeda atau penggunaan fiksasi mesin pada proses uji agar didapatkan tekanan yang merata di semua sampel.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] W. Channarong, N. Lohawiboonkij, P. Jaleyasuthumkul, K. Ketpan, N. Duangrattanapraphip, and K. Wayakanon, "Fracture resistance of bonded ceramic overlay restorations prepared in various designs," *Sci Rep*, vol. 12, no. 1, p. 16599, Oct. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-21167-7.
- [2] S. Morimoto, F. B. W. Rebello de Sampaio, M. M. Braga, N. Sesma, and M. Özcan, "Survival Rate of Resin and Ceramic Inlays, Onlays, and Overlays," *J Dent Res*, vol. 95, no. 9, pp. 985–994, Aug. 2016, doi: 10.1177/0022034516652848.
- [3] F. Ferraris, "Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol," *Int J Esthet Dent*, vol. 12, no. 4, pp. 482–502, 2017.
- [4] S. Athab Hasan and Z. Mohammed-Hussain Abdul-Ameer, "Effect of three different preparation designs on the marginal adaptation of indirect overlay restoration fabricated

- from lithium disilicate ceramic material: An in-vitro comparative study,” *Saudi Dental Journal*, vol. 35, no. 4, pp. 372–377, May 2023, doi: 10.1016/j.sdentj.2023.03.013.
- [5] M. Veneziani, “Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique.,” *Int J Esthet Dent*, vol. 12, no. 2, pp. 204–230, 2017.
- [6] J. E. Ryu, Y. L. Kim, H. J. Kong, H. S. Chang, and J. H. Jung, “Marginal and internal fit of 3D printed provisional crowns according to build directions,” *Journal of Advanced Prosthodontics*, vol. 12, no. 4, pp. 225–232, Aug. 2020, doi: 10.4047/jap.2020.12.4.225.
- [7] H. Quan, T. Zhang, H. Xu, S. Luo, J. Nie, and X. Zhu, “Photo-curing 3D printing technique and its challenges,” Mar. 01, 2020, *KeAi Communications Co.* doi: 10.1016/j.bioactmat.2019.12.003.
- [8] I. A. Tsolakis, W. Papaioannou, E. Papadopoulou, M. Dalampira, and A. I. Tsolakis, “Comparison in Terms of Accuracy between DLP and LCD Printing Technology for Dental Model Printing,” *Dent J (Basel)*, vol. 10, no. 10, p. 181, Sep. 2022, doi: 10.3390/dj10100181.
- [9] N. Alharbi, A. J. van de Veen, D. Wismeijer, and R. B. Osman, “Build angle and its influence on the flexure strength of stereolithography printed hybrid resin material. An *in vitro* study and a fractographic analysis,” *Materials Technology*, vol. 34, no. 1, pp. 12–17, Jan. 2019, doi: 10.1080/10667857.2018.1467071.
- [10] R. Osman, N. Alharbi, and D. Wismeijer, “Build Angle: Does It Influence the Accuracy of 3D-Printed Dental Restorations Using Digital Light-Processing Technology?,” *Int J Prosthodont*, vol. 30, no. 2, pp. 182–188, Mar. 2017, doi: 10.11607/ijp.5117.
- [11] N. Alharbi, S. Alharbi, V. M. J. I. Cuijpers, R. B. Osman, and D. Wismeijer, “Three-dimensional evaluation of marginal and internal fit of 3D-printed interim restorations fabricated on different finish line designs,” *J Prosthodont Res*, vol. 62, no. 2, pp. 218–226, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.jpor.2017.09.002.
- [12] M. S. Yang, S. K. Kim, S. J. Heo, J. Y. Koak, and J. M. Park, “Investigation of the marginal fit of a 3D-printed three-unit resin prosthesis with different build orientations and layer thicknesses,” *Journal of Advanced Prosthodontics*, vol. 14, no. 4, pp. 250–261, 2022, doi: 10.4047/jap.2022.14.4.250.
- [13] G.-S. Park, S.-K. Kim, S.-J. Heo, J.-Y. Koak, and D.-G. Seo, “Effects of Printing Parameters on the Fit of Implant-Supported 3D Printing Resin Prosthetics,” *Materials*, vol. 12, no. 16, p. 2533, Aug. 2019, doi: 10.3390/ma12162533.
- [14] P. Boitelle, B. Mawussi, L. Tapie, and O. Fromentin, “A systematic review of <sc>CAD</sc> / <sc>CAM</sc> fit restoration evaluations,” *J Oral Rehabil*, vol. 41, no. 11, pp. 853–874, Nov. 2014, doi: 10.1111/joor.12205.
- [15] Y. Yang, Z. Yang, J. Zhou, L. Chen, and J. Tan, “Effect of tooth preparation design on marginal adaptation of composite resin CAD-CAM onlays,” *J Prosthet Dent*, vol. 124, no. 1, pp. 88–93, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.prosdent.2019.08.010.
- [16] S. J. Ha and J. H. Cho, “Comparison of the fit accuracy of zirconia-based prostheses generated by two CAD/CAM systems,” *Journal of Advanced Prosthodontics*, vol. 8, no. 6, pp. 439–448, 2016, doi: 10.4047/jap.2016.8.6.439.
- [17] Y. A. Lim, J. M. Kim, Y. Choi, and S. Park, “Evaluation of Fitness and Accuracy of Milled and Three-Dimensionally Printed Inlays,” *Eur J Dent*, vol. 17, no. 04, pp. 1029–1036, Oct. 2023, doi: 10.1055/s-0042-1758796.
- [18] M. A. D. L. Flores *et al.*, “Indirect ceramic overlay restorations as a minimally invasive alternative for posterior rehabilitation,” *International Journal of Applied Dental Sciences*, vol. 8, no. 1, pp. 79–83, Jan. 2022, doi: 10.22271/oral.2022.v8.i1b.1411.

- [19] S. Athab Hasan and Z. Mohammed-Hussain Abdul-Ameer, "Effect of three different preparation designs on the marginal adaptation of indirect overlay restoration fabricated from lithium disilicate ceramic material: An in-vitro comparative study," *Saudi Dent J*, vol. 35, no. 4, pp. 372–377, May 2023, doi: 10.1016/j.sdentj.2023.03.013.
- [20] S. Ting-shu and S. Jian, "Intraoral Digital Impression Technique: A Review," *Journal of Prosthodontics*, vol. 24, no. 4, pp. 313–321, Jun. 2015, doi: 10.1111/jopr.12218.
- [21] S. Papadiochou and A. L. Pissiotis, "Marginal adaptation and CAD-CAM technology: A systematic review of restorative material and fabrication techniques," Apr. 01, 2018, *Mosby Inc.* doi: 10.1016/j.prosdent.2017.07.001.
- [22] M. Veneziani, "Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique.," *Int J Esthet Dent*, vol. 12, no. 2, pp. 204–230, 2017.
- [23] S. J. Ha and J. H. Cho, "Comparison of the fit accuracy of zirconiabased prostheses generated by two CAD/CAM systems," *Journal of Advanced Prosthodontics*, vol. 8, no. 6, pp. 439–448, 2016, doi: 10.4047/jap.2016.8.6.439.
- [24] K. Q. Al Hamad, F. A. Al Quran, S. A. AlJalam, and N. Z. Baba, "Comparison of the Accuracy of Fit of Metal, Zirconia, and Lithium Disilicate Crowns Made from Different Manufacturing Techniques," *Journal of Prosthodontics*, vol. 28, no. 5, pp. 497–503, Jun. 2019, doi: 10.1111/jopr.13029.
- [25] A. Di Fiore *et al.*, "Assessment Methods for Marginal and Internal Fit of Partial Crown Restorations: A Systematic Review," *J Clin Med*, vol. 12, no. 15, p. 5048, Jul. 2023, doi: 10.3390/jcm12155048.
- [26] F. F. Lima, C. F. Neto, J. H. Rubo, G. C. Santos, and M. J. Moraes Coelho Santos, "Marginal adaptation of CAD-CAM onlays: Influence of preparation design and impression technique," *J Prosthet Dent*, vol. 120, no. 3, pp. 396–402, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.prosdent.2017.10.010.
- [27] M. Falahchai, Y. Babae Hemmati, H. Neshandar Asli, and M. Neshandar Asli, "Marginal adaptation of zirconia-reinforced lithium silicate overlays with different preparation designs," *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, vol. 32, no. 8, pp. 823–830, Dec. 2020, doi: 10.1111/jerd.12642.
- [28] J.-J. Ahn *et al.*, "Clinical evaluation of the fit of lithium disilicate crowns fabricated with three different CAD-CAM systems," *J Prosthet Dent*, vol. 127, no. 2, pp. 239–247, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.prosdent.2020.06.031.
- [29] B. Kwong and J. Dudley, "A comparison of the marginal gaps of lithium disilicate crowns fabricated by two different intraoral scanners," *Aust Dent J*, vol. 65, no. 2, pp. 150–157, Jun. 2020, doi: 10.1111/adj.12748.
- [30] Y. Ucar, T. Akova, M. S. Akyil, and W. A. Brantley, "Internal fit evaluation of crowns prepared using a new dental crown fabrication technique: Laser-sintered Co-Cr crowns," *J Prosthet Dent*, vol. 102, no. 4, pp. 253–259, Oct. 2009, doi: 10.1016/S0022-3913(09)60165-7.
- [31] C. A. A. Licurci, L. Lins, M. Garbossa, and A. Canabarro, "A comparative study between replica and cementation techniques in the evaluation of internal and marginal misfits of single crowns," *J Prosthet Dent*, vol. 127, no. 4, pp. 609–616, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.prosdent.2020.11.004.
- [32] J.-Y. Park, S.-Y. Bae, J.-J. Lee, J.-H. Kim, H.-Y. Kim, and W.-C. Kim, "Evaluation of the marginal and internal gaps of three different dental prostheses: comparison of the silicone replica technique and three-dimensional superimposition analysis," *J Adv Prosthodont*, vol. 9, no. 3, p. 159, 2017, doi: 10.4047/jap.2017.9.3.159.