

Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication

Alur kerja digital lengkap terbaru dalam pembuatan gigi tiruan sebagian lepasan

Eri Hendra Jubhari, Priscilia Yoviani Sole

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Makassar, Indonesia

Corresponding author: Priscilia Yoviani Sole, e-mail: priskayovi@gmail.com

ABSTRACT

Background: Digital dentistry technology based on computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) has been widely applied in the field of prosthodontics, ranging from digital techniques for impression processes, jaw registration, artificial tooth arrangement and base design, along with base and denture fabrication. However, conventional analog workflows are still used and digital workflows have not completely replaced analog workflows. **Purpose:** Knowing the latest complete digital workflow in the manufacture of removable partial dentures (RPD). **Methods:** Full-arch digital impressions of the partially edentulous jaw were made with an intraoral scanner or by conventional methods. The denture framework, artificial teeth, and denture base were designed by commercially available CAD software. Each of the denture components including connectors, clasps, and artificial teeth and the denture bases were fabricated separately by the CAM machine, and then assembled using an adhesive material. **Conclusion:** RPDs were successfully fabricated using a fully digital workflow and no clinical complications were reported.

Keywords: CAD/CAM, digital impression, removable partial denture, digital workflow

ABSTRAK

Latar belakang: Teknologi kedokteran gigi digital berbasis *computer-aided design* dan *computer-aided manufacturing* (CAD/CAM) telah banyak diaplikasikan di bidang prostodontik, mulai dari proses pencetakan, pencatatan hubungan rahang, penyusunan gigi artifisial dan desain basis, serta pembuatan basis dan gigi tiruan. Namun, alur kerja analog konvensional masih digunakan dan alur kerja digital belum sepenuhnya menggantikan alur kerja analog. **Tujuan:** Mengetahui alur kerja digital lengkap terbaru dalam pembuatan gigi tiruan sebagian lepasan (GTSL). **Metode:** Pencetakan digital lengkung rahang edentulus parsial dibuat dengan *intraoral scanner* atau dengan metode konvensional. Kerangka gigi tiruan, gigi artifisial, dan basis gigi tiruan dirancang oleh perangkat lunak CAD yang tersedia secara komersial. Masing-masing komponen gigi tiruan termasuk konektor, cengkeram, gigi artifisial dan basis gigi tiruan dibuat secara terpisah oleh mesin CAM, lalu dirakit menggunakan bahan adesif. **Simpulan:** GTSL berhasil dibuat menggunakan alur kerja digital lengkap dan tidak ada komplikasi klinis.

Kata kunci: CAD/CAM, pencetakan digital, gigi tiruan sebagian lepasan, alur kerja digital.

Received: 09 August 2021

Accepted: 28 December 2021

Published: 1 April 2022

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki populasi berusia lanjut tertinggi keempat di Asia. Seiring dengan meningkatnya jumlah populasi usia, prevalensi edentulus di Indonesia pun meningkat.¹ Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, jumlah kehilangan gigi di Indonesia sebanyak 19%, sedangkan prevalensi pemasangan gigi tiruan dalam setahun terakhir sebanyak 1,4%.² Berdasarkan *Adult Dental Health Survey* tahun 2009 di Inggris, dikemukakan bahwa hampir 1 dari 5 orang dewasa menggunakan gigi tiruan lepasan, termasuk 6% orang dewasa dengan edentulus totalis dan 13% edentulus parsialis.

Karena tingkat pemeliharaan kesehatan mulut telah meningkat, masyarakat kehilangan lebih sedikit gigi, mengakibatkan peningkatan kebutuhan perawatan edentulus parsial dibandingkan edentulus totalis. Banyak pasien membutuhkan penggantian gigi dan struktur terkait untuk meningkatkan tampilan dan efisiensi pengunyahan, mencegah pergerakan gigi yang tidak

diinginkan, serta untuk meningkatkan fonetik. Gigi tiruan sebagian lepasan (GTSL) dapat menjadi solusi restoratif yang bersifat fungsional dan estetik.³

Peranti GTSL didefinisikan sebagai gigi tiruan yang menggantikan satu atau beberapa gigi pada rahang atas atau rahang bawah dan dapat dibuka pasang oleh pasien. Pemakaian GTSL bertujuan untuk memperbaiki fungsi pengunyahan, fungsi bicara, estetik serta mempertahankan kesehatan jaringan mulut yang masih ada. Meskipun banyak inovasi dalam dunia prostodonti, GTSL tetap menjadi pilihan banyak pasien karena biaya yang ekonomis dan prosedur yang praktis.⁴ Pembuatan GTSL yang berguna dan nyaman digunakan membutuhkan diagnosis, perencanaan, dan pemeliharaan yang memadai. Sebelumnya tercatat tingkat kegagalan GTSL terhadap kesehatan jaringan periodontal dan pembentukan karies. Namun, studi terbaru menyimpulkan bahwa meskipun risiko karies akar dan gingivitis meningkat, penyakit periodontal umumnya hanya terjadi pada pasien dengan kebersihan mulut yang buruk atau desain GTSL

yang tidak adekuat.⁵

Perencanaan dan pembuatan GTSL yang akurat untuk setiap pasien merupakan tahap yang penting. Variabel seperti anatomi jaringan keras dan lunak, hubungan oklusal, posisi gigi, dan keinginan pasien dalam hal estetika dan kenyamanan berkontribusi dalam menentukan desain GTSL untuk memenuhi kebutuhan pasien secara individu.³ Selama dekade terakhir, teknologi kedokteran gigi digital berbasis *computer-aided design* dan *computer-aided manufacturing* (CAD/CAM) telah semakin populer. Saat ini, metode pembuatan GTSL berbasis CAD/CAM juga telah diperkenalkan di beberapa studi yang melaporkan keberhasilan pengaplikasian berbagai teknik digital untuk pencetakan, pencatatan hubungan rahang, penyusunan gigi artifisial dan desain basis, serta pembuatan basis dan gigi tiruan. Namun, alur kerja analog konvensional masih digunakan dan alur kerja digital belum sepenuhnya menggantikan alur kerja analog. Pada kajian pustaka ini dikenalkan alur kerja digital yang sepenuhnya dikembangkan untuk fabrikasi GTSL menggunakan CAD/CAM dan teknologi *rapid prototyping* (RP) melalui beberapa contoh kasus.

TINJAUAN PUSTAKA

Gigi tiruan sebagian lepasan

Gigi tiruan sebagian lepasan (GTSL) adalah gigi tiruan yang menggantikan satu atau beberapa gigi pada RA atau RB dan dapat dibuka dan dipasang oleh penggunaannya. Penggunaan GTSL dimaksudkan untuk mempertahankan gigi yang tersisa dan struktur pendukungnya, mengembalikan estetika dan fonetik, membantu proses mastikasi, serta memperbaiki kesehatan, kenyamanan, dan kualitas hidup secara keseluruhan.⁸

Beberapa indikasi GTSL adalah a) rentang edentulus yang panjang, b) tidak ada *abutment* posterior untuk GTC, c) *residual ridge* kehilangan tulang alveolar yang berlebihan, d) berkurangnya dukungan periodontal pada gigi yang tersisa, e) membutuhkan stabilisasi silang lengkung gigi, f) kebutuhan untuk segera mengganti gigi yang dicabut, g) pertimbangan biaya dan keinginan pasien, h) hubungan maksilomandibula yang tidak menguntungkan.⁹

Sedangkan kontraindikasi GTSL adalah a) kurangnya gigi yang tepat sebagai dukungan, retensi, stabilisasi GTSL, b) karies rampan atau kondisi periodontal yang tidak sehat, c) kebersihan mulut yang buruk, d) pasien menolak pilihan perawatan karena alasan estetika.⁹

Pencetakan digital dan aplikasi sistem CAD/CAM

Digital impression memberikan metode inovatif yang memungkinkan dokter gigi membangun salinan virtual jaringan keras dan lunak rongga mulut yang dihasilkan komputer, dengan menggunakan laser dan mesin pemindai optik lainnya. Metode digital menangkap

data pencetakan dengan sangat akurat dalam hitungan menit, tanpa proses pencetakan tradisional yang menurut beberapa pasien tidak nyaman dan belepotan. Banyak pasien menganggap *digital impression* adalah metode yang lebih mudah dan lebih nyaman. Data pencetakan tersebut kemudian dipindahkan ke *workstation* terkomputerisasi untuk membuat restorasi, seringkali tanpa membutuhkan model gigi.¹⁰

Sistem CAD/CAM mampu merevitalisasi praktik kedokteran gigi, terutama untuk rehabilitasi gigi. Teknologi ini menggunakan teknik pencetakan dengan alat pemindai 3D yang hasilnya akan dipindahkan ke komputer untuk memudahkan pembuatannya. Selanjutnya, desain restorasi dipindahkan ke mesin untuk menghasilkan restorasi yang sebenarnya dalam bentuk 3D. Beberapa alat yang menggunakan teknologi ini antara lain *3D scanner*, *Trios*, dan *Cerec Omni Cam*.¹¹

CONTOH KASUS⁶

Seorang wanita 68 tahun menggunakan GTSL konvensional Kennedy kelas III RA menginginkan GTSL baru karena masalah tampilan dengan cengkeramnya (Gbr. 1A). *Digital impression* seluruh lengkung gigi geligi RA beserta *alveolar ridge* dibuat oleh pemindai intraoral (*TRIOS2*, *3Shape*, Copenhagen, Denmark; IOS) beserta untuk pencetakan gigi geligi antagonisnya dan pencatatan gigitan (Gbr. 1B,C).



Gambar 1A Tampilan frontal dari pasien; **B** pencetakan digital seluruh lengkung gigi; **C** registrasi gigitan gambar 3D yang diambil dengan IOS (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. J Prostodont Res 2020;64:98-103)

Pada contoh lain, seorang wanita 67 tahun dengan GTSL konvensional Kennedy kelas III RB menginginkan GTSL baru karena masalah pengunyahan dengan gigi tiruannya (Gbr. 2A). Prosedur klinis dan laboratorium, yang meliputi pencetakan, pembuatan model kerja, dan pencatatan gigitan dilakukan berdasarkan metode konvensional, dan model kerja dipindai secara digital laboratorium (*Dental System D-810*, *3Shape*) (Gbr. 2B).



Gambar 2A Tampilan oklusal dari pasien, **B** Gambar 3D dari model kerja (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. J Prostodont Res 2020;64:98-103)

Pembuatan gigi tiruan

Alur kerja pembuatan gigi tiruan ditunjukkan pada Gambar 3. Seperti dijelaskan sebelumnya, data *stereolithography* (STL) diperoleh dengan IOS atau metode konvensional. Gambar 3D yang diformat oleh STL diimpor ke dalam dua sistem perangkat lunak CAD yang berbeda (*DentalSystem D-810*, *3Shape* and *Freeform*, *3D SYSTEMS*, Santa Clara, CA, USA). Kerangka konektor mayor dan minor, cengkeram, dan gigi artifisial dirancang menggunakan *DentalSystem D-810*, sedangkan basis gigi tiruan dirancang oleh *Freeform*. Konektor mayor dan minor, cengkeram, dan gigi artifisial difabrikasi dari *ceria stabilized zirconia* dan *alumina composite* (*Ce/TZP-A*, Yamakin, Osaka, Jepang) *polyether-etherketone* (PEEK, *EVONIK*, Essen, Jerman) (Gbr.4), dan resin komposit (*VITA ENAMIC*, *VITA*, Muntzen, Swiss) (Gbr.5A,B), masing-masing, oleh mesin *milling* (*CORiTEC 250i*, *imes-icore*, Eiterfeld, Jerman). Permukaan basis gigi tiruan yang telah dipoles memiliki daerah cekung, tempat gigi artifisial dipasang. Basis gigi tiruan dibentuk oleh printer 3D (*D30*, *Rapidshape*, Unna, Jerman) menggunakan PMMA (*Base*, *NextDent*, Soesterberg, Belanda) (Gbr.6A-C). Akhirnya, dengan menggunakan model kerja cetakan 3D, semua komponen ini dirakit menjadi GTSL dengan sistem *bonding* menggunakan bahan adesif (*Super-Bond*, *SUN MEDICAL*, Siga, Jepang) setelah *surface conditioning* (Tabel 1, Gbr.7A,B).



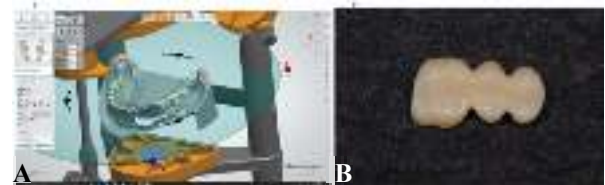
Gambar 3A Gambar kerangka GTSL yang didesain dengan *software* CAD; **B** rangka difabrikasi dengan *Ce-TZP/A disk*; kasus 1; Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res* 2020;64:98-103

Evaluasi kepuasan pasien

Para pasien mengevaluasi GTSL menggunakan *McGill Denture Satisfaction Instrument*, yang dilakukan 3 dan 12 bulan setelah pengiriman gigi tiruan. Ins-



Gambar 4 Cengkeram yang difabrikasi dengan *PEEK disk*. Cengkeram didesain dengan ketebalan 1,5 mm di ujungnya dan dipasang pada area *undercut* 0,5 mm; kasus 1; (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res* 2020;64:98-103



Gambar 5A Penyesuaian oklusal dilakukan pada artikulator virtual; kasus 2; **B** gigi artifisial dibuat dari komposit resin; kasus 1. (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res* 2020;64:98-103)

trumen itu terdiri atas 7 pertanyaan yang diajukan ke pasien untuk menilai kepuasan secara umum, kenyamanan, stabilitas, kemampuan mengunyah, kemampuan berbicara, estetika, dan kemudahan pembersihan. Jawaban pasien direkam pada *visual analog scale* (VAS) 100 mm yang ditandai dengan "tidak puas sama sekali" dan "sangat puas"; skor yang lebih tinggi menunjukkan kepuasan yang lebih besar.

Dengan penggunaan alur kerja digital sepenuhnya, GTSL dikirim ke pasien, dan selama periode *follow-up* 6 bulan, tidak ada komplikasi klinis atau fraktur gigi tiruan (Gbr.8A-C). Skor kepuasan pasien umumnya membaik setelah pengiriman gigi tiruan (Gbr.9A,B).⁶

PEMBAHASAN

Teknologi digital dan penerapannya dalam desain dan pembuatan gigi tiruan telah berkembang pesat. Sistem CAD/CAM telah banyak digunakan dalam desain dan fabrikasi GTC, implan, maupun lepasan. Teknik

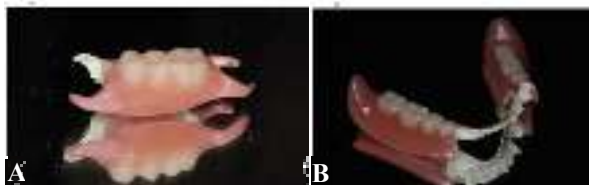


Gambar 6A Gambar 3D basis gigi tiruan dengan gigi artifisial; **B** setelah gigi artifisial dilepas; **C** basis yang dicetak 3D; kasus 1 (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res*. 2020;64:98-103

Tabel 1 Perawatan permukaan setiap komponen gigi tiruan.

Komponen GTSL	Bahan permukaan	Perawatan permukaan	Bahan bonding
Basis	PMMA	Primer	Resin Primer, GC, Tokyo, Japan Rocatec Pre, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA Rocatec Soft, 3M ESPE, USA ESPE Sil, 3M ESPE, USA Epicord Opaque Primer, kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan
Kerangka	Ce/TZP-A	Rocatec	Clearfil Megabond2 Primer, kuraray Noritake Dental, Japan Clearfil Porcelain Bond Activator, kuraray Noritake Dental, Japan
Cengkeram	PEEK	Silane	Clearfil Megabond2 Primer, kuraray Noritake Dental, Japan Clearfil Porcelain Bond Activator, kuraray Noritake Dental, Japan
Gigi artifisial	Komposit resin	Silane	

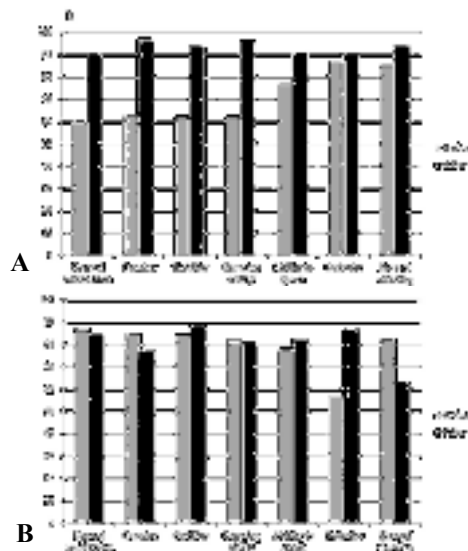
Keterangan: Ce/TZP-A: *ceria stabilized zirconia dan alumina composite*; PEEK: *polyetheretherketone*; PMMA: *polymethyl methacrylate* (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. J Prosthodont Res 2020;64:98-103)



Gambar 7 GTSL telah selesai. A kasus 1; B kasus 2 (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. J Prosthodont Res 2020;64:98-103)



Gambar 8 A, B GTSL dikirim ke pasien kasus 1; C kasus 2. (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. J Prosthodont Res. 2020;64:98-103)



Gambar 9 Skor kepuasan pasien. A kasus 1; B kasus 2 (Sumber: Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. J Prosthodont Res 2020;64:98-103)

CAD/CAM telah diteliti sebagai metode untuk mensurvei model gigi pindaian 3D untuk membuat kerangka

GTSL. Teknisi laboratorium dental dan klinisi menggunakan perangkat lunak untuk merancang kerangka GTSL hasil pencetakan digital melalui pemindaian digital intraoral berbasis laboratorium. Kendala utama penerapan luas alur kerja digital GTSL terkait kesulitan dan biaya produksi rangka logam.³

Kedokteran gigi digital menggunakan teknologi CAD/CAM, printer dan pemindai presisi tinggi 3D, diharapkan dapat meningkatkan ketepatan, estetika, dan komponen fungsional GTSL sekaligus mengurangi biaya dan tenaga kerja, sehingga meningkatkan efisiensi dan hasil produksi. Namun, *selective laser melting*, *milling*, dan metode fabrikasi digital lainnya untuk rangka logam saat ini masih terbatas.¹² Teknologi seperti pemindai 3D dan modul perangkat lunak desain gigi tiruan menjanjikan kemajuan dalam produksi GTSL karena dirancang secara digital. Pemindai arsitektur terbuka yang digabungkan dengan perangkat lunak desain dapat menghasilkan mesin yang dapat memproduksi GTSL secara digital dan presisi sesuai dengan kebutuhan individual setiap pasien.¹³

Alur kerja digital sepenuhnya untuk pembuatan GTSL di laboratorium dental, dirancang dan difabrikasi secara digital. Selain itu, tidak ada komponen GTSL yang terbuat dari bahan logam. Konektor mayor dan minor terbuat dari Ce-TZP/A dan cengkeram retensi terbuat dari PEEK bukan aloi Co-Co, yang umumnya digunakan untuk kerangka GTSL. Pada kasus-1, alur kerja digital tidak digunakan hanya untuk prosedur laboratorium tetapi juga untuk prosedur klinis. IOS digunakan untuk mencetak dan mencatat hubungan rahang sebagai pengganti bahan cetak elastis atau *bite-wax*.⁶

Pengembangan alur kerja digital lengkap untuk prosedur pembuatan GTSL mengubah alur kerja laboratorium secara signifikan. Prosedur laboratorium konvensional, seperti penuangan logam rangka GTSL, penyusunan gigi artifisial, atau polimerisasi resin lebih rumit dibandingkan dengan alur kerja digital. Dengan teknik digital, setiap komponen didesain menggunakan perangkat lunak CAD dan datanya dikirim ke CAM dan

kemudian dibuat secara otomatis, sehingga sangat menyederhanakan proses pembuatan.⁶

Bahan yang dipilih untuk kerangka GTSL, Ce-TZP/A digunakan untuk konektor yang membutuhkan kekakuan yang lebih, dan PEEK untuk cengkeram yang membutuhkan fleksibilitas yang lebih.⁶ Ce-TZP/A merupakan zirconia generasi terbaru yang dapat diproses dengan sistem CAD/CAM dan memiliki kekuatan lentur serta ketahanan fraktur yang lebih tinggi dibanding *conventional yttrium partially stabilized zirconia* (Y-TZP). Ce-TZP/A juga menunjukkan modulus elastisitas yang mirip dengan aloi Co-Cr dan sifat lentur yang lebih baik daripada Y-TZP, yang menunjukkan bahwa bahan ini sesuai untuk kerangka GTSL.¹⁴ Sedangkan PEEK merupakan termoplastik semikristalin berbasis keton yang memiliki sifat resistensi mekanis dan kimiawi yang baik. Komplikasi klinis di sekitar interfase antara rangka logam dan resin basis gigi tiruan, seperti fraktur basis gigi tiruan dan invasi benda asing ke dalam celah, sering terjadi pada GTSL konvensional. Pada penelitian yang menggunakan PEEK sebagai cengkeram, komplikasi tersebut tidak ditemukan setelah dua tahun. Perbedaan modulus elastisitas antara PEEK dan resin akrilik lebih kecil dibandingkan antara logam dan resin mengurangi kemungkinan masalah interfase ini, meskipun tidak ada adesi kimiawi antara PEEK dan resin akrilik.¹⁵

Dengan demikian rangka GTSL ini unik karena bahan sepenuhnya bebas logam, dan dengan demikian, bermanfaat bagi pasien yang sensitif terhadap logam,¹⁶ dan memungkinkan estetika yang lebih baik karena tidak menggunakan cengkeram logam, yang juga tergambar dalam skor kepuasan gigi tiruan estetik.⁶ Alur kerja ini juga menggunakan IOS sebagai pengganti pencetakan elastis konvensional, yang membutuhkan lebih sedikit bahan dan membuat prosedur pencetakan lebih nyaman bagi pasien. Namun, metode ini tidak dapat diterapkan pada pasien dengan banyak gigi, seperti pada kasus 2, karena pasien memerlukan *border moulding* untuk menentukan batas gigi tiruan dan *wax rim* untuk registrasi rahang. Dalam waktu dekat, prosedur ini diharapkan dapat dilakukan secara digital. Beberapa penelitian telah melaporkan penerapan teknologi digital untuk pencetakan pasien edentulus totalis, namun penerapannya terbatas pada pencetakan anatomis; tidak meliputi pencetakan fisiologis.¹⁷

Menurut penelitian yang dilakukan Tasaka, et al di tahun 2019 tentang penggunaan pemindai intraoral pada lingir sisa pada pasien edentulus totalis, diketahui ada dua hambatan. Pertama, sebagai daerah yang bersifat viskoelastik, mukosa lingir sisa rentan terhadap pergerakan jaringan. Kedua, sulit memperoleh data mengenai morfologi fungsional jaringan lunak seperti vestibulum oral, bibir, lidah, dan pipi dengan pemindai intra-

oral. Oleh karena masalah tersebut, saat ini, pemindai intraoral digunakan pada pasien tak bergigi untuk pencetakan pendahuluan, setelah sendok cetak individual dibuat berdasarkan data tersebut, pencetakan fungsional dilakukan menggunakan teknik konvensional.¹⁸

Faktor utama yang terlibat dalam kegagalan mencetak digital rahang edentulus totalis menggunakan pemindai intraoral adalah sifat mukosa, terutama di daerah vestibulum yang menunjukkan pergerakan yang tinggi, yang membuat batas cetakan sulit ditentukan. Faktor lain adalah jaringan lunak bibir, pipi, dan lidah yang bergerak secara konstan saat pencetakan digital. Tidak seperti pencetakan konvensional, pemindaian intraoral tidak dapat dilakukan saat jaringan lunak bergerak.¹⁹ Oleh karena itu, keandalan dan reproduktivitas dari teknik pencetakan digital masih dipertanyakan.²⁰

Beberapa kasus klinis telah menunjukkan proses sampai pengiriman GTL definitif dengan memanfaatkan pemindaian intraoral dalam alur kerja digital lengkap, baik dengan mempertimbangkan tidak adanya batas fungsional yang dicetak, atau menggunakan jari untuk meregangkan mukosa dan merekam pergerakannya.²¹ Teknik tersebut dilaporkan memberikan retensi yang cukup, namun kekhawatiran utama yaitu adanya overekstensi dari plica intermedia dan mengabaikan gerakan fungsional. Dalam laporan kasus Unkovsky, et al yang menggunakan pemindai intraoral dalam fabrikasi GTL, gigi tiruan rahang atas yang dibuat dengan pendekatan *rapid manufacturing* tanpa *border moulding* menunjukkan retensi yang buruk.²⁰

Disamping itu, perangkat IOS yang saat ini tersedia bervariasi dalam hal desain dan akurasi sehingga perangkat generasi terbaru mungkin memiliki indikasi yang lebih luas untuk penggunaan klinis, sedangkan versi yang lama memiliki indikasi klinis yang lebih sedikit. Hal ini penting dipertimbangkan sebelum membeli IOS, selain fitur-fitur lain seperti kebutuhan untuk opasitas, kecepatan pemindaian, dimensi alat dan kemungkinan memperoleh gambar berwarna. Pada akhirnya, penggunaan klinis IOS saat ini sangat luas, karena perangkat ini tidak hanya dapat digunakan dalam bidang prostodontia untuk mendapatkan model virtual yang diperlukan untuk memproduksi berbagai macam jenis gigi tiruan dan restorasi, tetapi juga dalam bidang implantologi untuk panduan bedah dan juga di bidang ortodontik.²²

Secara keseluruhan, metode yang disarankan dalam kedua contoh kasus tersebut memungkinkan prosedur yang lebih efisien dan efektif dalam pembuatan GTSL, baik secara klinis maupun alur kerja laboratorium. Namun, evaluasi yang lebih sistematis menggunakan jumlah sampel yang lebih besar dan *follow-up* jangka panjang masih diperlukan.⁶

Suatu simpulan dari kajian ini adalah kebutuhan

akan perawatan ekonomis seperti GTSL terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah kasus edentulus parsialis. Teknologi digital dalam kedokteran gigi seperti CAD/CAM dan pemindai intraoral digital memperluas ruang lingkup aplikasi terapeutik untuk GTSL sebagai hasil perbaikan desain dan kontrol produksi, bahan baru, dan peningkatan efisiensi yang memungkinkan

an besar akan meningkatkan hasil dan memperbaiki pengalaman pasien selama prosedur pembuatan gigi tiruan. Strategi pembuatan GTSL harus terus berubah dalam meningkatkan kualitas perawatan bagi penderita edentulus parsial yang semakin bertambah; dikembangkan dengan teknik fabrikasi baru yang mengubah alur kerja laboratorium dan klinis dari analog ke digital.

DAFTAR PUSTAKA

1. Setiati S, Laksmi PW, Aryana I, Sunarti S, Widajanti N, Dwipa L, et al. Frailty state among Indonesian elderly: prevalence, associated factors, and frailty state transition. *BMC Geriatr* 2019;19(182):2-10.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI. Riset Kesehatan Dasar. Jakarta; 2018. hal. 185-9.
3. Campbell SD, Cooper L, Craddock H, Hyde TP, Nattress B, Pavitt SH, et al. Removable partial dentures: the clinical need for innovation. *J Prosthet Dent* 2017;118(3):273-80.
4. Sakar O. Removable partial dentures: a practitioners' manual. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. p. 4,45
5. Preshaw PM, Walls AWG, Jakubovics NS, Moynihan PJ, Jepson NA, Loewy Z. Association of removable partial denture use with oral and systemic health. *J Dent* 2011;39:711-9.
6. Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res* 2020;64:98-103.
7. Carr AB, Brown DT. McCracken's removable partial prosthodontics. 12th ed. Missouri: Elsevier; 2011. p.16-8.
8. Loney RW. Removable partial denture manual. Halifax: Dalhousie; 2011. p.1.
9. Phoenix RD, Cagna DR, DeFreest CF, Stewart KL. Stewart's clinical removable partial prosthodontics. 4th ed. Hanover Park, IL: Quintessence Pub; 2008. p.2-7.
10. Gabor AG, Zaharia C, Stan AT, Gavrilovici AM, Negruțiu ML, Sinescu C. Digital dentistry—digital impression and CAD/CAM system applications. *J Interdiscipl Med* 2017;2(1):54-7
11. Vecsei B, Joós-Kovács G, Borbély J, Hermann P. Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems—An in vitro study. *J Prosthodont Res* 2017;61(2):177–84.
12. Bilgin MS, Baytaroglu EN, Erdem A, Dilber E. A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *Eur J Dent* 2016;10:286-91.
13. Bohnenkamp DM. Removable partial dentures: clinical concepts. *Dent Clin North Am* 2014;58:69-89.
14. Urano S, Hotta Y, Miyazaki T, Baba K. Bending Properties of Ce-TZP/A nanocomposite clasps for removable partial dentures. *Int J Prosthodont* 2015;28(2):191-7
15. Ichikawa T, Kurahashi K, Liu L, Matsuda T, Ishida Y. Use of a polyetheretherketone clasp retainer for removable partial denture: a case report. *Dent J* 2019;7(4):2-6.
16. Bulut AC, Türkoğlu O, Atsü S. Why metal free? non-allergy, aesthetic removable partial denture. *Austin J Dent* 2018;5(2): 1102-3.
17. Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH. Digital intraoral impression technique for edentulous jaws. *J Prosthet Dent* 2018;119: 733-5
18. Tasaka A, Uekubo Y, Mitsui T. Applying intraoral scanner to residual ridge in edentulous regions: in vitro evaluation of inter-operator validity to confirm trueness. *BMC Oral Health* 2019;19:2-10.
19. Fang Y, Fang JH, Jeong SM, Choi BH. A technique for digital impression and bite registration for a single edentulous arch. *J Prosthodont* 2019;28(2):e519-23.
20. Unkovskiy A, Wahl E, Zander AT, Huettig F, Spintzyk S. Intraoral scanning to fabricate complete dentures with functional borders: a proof-of-concept case report. *BMC Oral Health* 2019;19(1):2-7.
21. Lo Russo L, Salamini A. Single-arch digital removable complete denture: A workflow that starts from the intraoral scan. *J Prosthet Dent* 2018;120(1):20-24
22. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* 2017;17(1):2-11.