



INVISALIGN
INVISIBLE ORTHODONTIC TREATMENT

MAKALAH KARYA ILMIAH

Disusun oleh:

drg. Evie Lamtiur Pakpahan, Sp.Ort

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS PROF. DR. MOESTOPO (B)
JAKARTA

2021

ABSTRACT

Invisalign is an orthodontic treatment that straightens teeth without the use of metal braces. Invisalign is a series of custom-made clear braces that cover your teeth and gently pull them into the proper position over time. Because they are clear and can be taken on and off, they are less noticeable than traditional metal braces.

Most people want to improve their smile but think that traditional, metal braces are the only option. With Invisalign clear braces there are no metal brackets or wire to detract from your smile while undergoing treatment. With Invisalign clear braces, your teeth can be comfortable, beautiful, and precisely aligned faster than with traditional braces.

Key words: Invisalign, clear braces, metal braces, orthodontic treatment

ABSTRAK

Invisalign adalah perawatan ortodonti yang bertujuan untuk meratakan gigi tanpa harus menggunakan kawat gigi. Invisalign seperti braket transparan yang dibuat individual dan menutupi seluruh permukaan gigi dan menarik gigi ke posisi yang seharusnya. Invisalign tidak begitu terlihat pada saat digunakan, tidak seperti tradisional metal bracket.

Sebagian besar orang ingin memperbaiki senyum mereka, tetapi tidak ingin menggunakan metal bracket yang mengganggu senyum pada saat perawatan. Dengan Invisalign, perawatan orthodonti menjadi lebih nyaman, lebih terlihat cantik, dan perawatan lebih cepat dari perawatan kawat gigi tradisional.

Kata kunci: Invisalign, bracket transparan, bracket metal, perawatan kawat gigi

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Orang dewasa pada saat ini mulai memperhatikan estetik dan kenyamanan yang lebih baik pada perawatan orthodontik.¹ Perawatan orthodontik terus berkembang sesuai dengan permintaan dan keperluan pasien yang menginginkan estetik yang baik terhadap keadaan giginya.² Untuk mengatasi masalah estetik yang semakin meningkat, para peneliti telah mengembangkan beberapa alat orthodontik, seperti *ceramic* atau komposit braket, lingual orthodontik, dan *clear aligner*.² Saat ini permintaan perawatan menggunakan *clear aligner* terus meningkat, hal ini disebabkan karna masalah estetik pada pasien yang tidak mau menggunakan alat orthodontik konvensional.²

Align Technology Inc pada tahun 1997 memperkenalkan *invisalign applanced* dan pada tahun 1999 alat ini sudah mulai tersedia di orthodontis.¹ Invisalign merupakan perawatan orthodontik lepasan transparan dengan bahan polyurethane semielastis.³ *Aligner* ini terbuat dari plastik tipis transparan yang pas dengan permukaan bukal, lingual/palatal dan oklusal gigi.³ Pembuatan rangkaian aligner ini melibatkan teknologi dengan bantuan komputer (CAD-CAM) dan dikombinasikan dengan laboratorium.¹ Pencetakan gigi harus didapatkan secara akurat untuk membuat model rahang dan pencetakan dilakukan dengan melakukan pencetakan secara konvensional kemudian model cetakan discan menggunakan 3D virtual model.⁴ Lalu hasil scan gigi

dengan model 3D tersebut akan dilakukan pencocokan posisi gigi yang diinginkan oleh orthodontik dengan persetujuan pasien melalui software yang tersedia.⁴

Invisalign digunakan pada orang dewasa dan remaja yang giginya permanen telah erupsi.³ Namun, terdapat kontroversi terkait indikasi perawatan menggunakan invisalign, alat ini tidak dapat digunakan pada semua pasien yang ingin melakukan perawatan orthodontik.³ Alat ini dapat digunakan dalam kasus orthodontik dengan *crowding* ringan sampai sedang.³ Alat ini digunakan minimal 20 jam per hari dan aligner diganti setiap dua minggu.³ Setiap aligner dapat menggerakkan gigi sekitar 0,25 sampai 0,3 mm.²

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Invisalign

Invisalign merupakan serangkaian *aligner* yang terbuat dari bahan plastik transparan, tipis (ketebalan kurang dari 1 mm) yang diproduksi dengan teknologi CAD-CAM.⁵ *Aligner* akan menutupi mahkota gigi hingga margin gingiva.² Setiap aligner akan menggerakkan gigi maksimum 0,25 – 0,3 mm selama dua minggu.² Alat ini terdiri dari beberapa rangkaian *aligner*.² Arahan harus diberikan karena alat ini harus dipakai selama minimal 20 hingga 22 jam perhari dan setiap aligner harus dipakai selama 400 jam untuk dapat efektif.⁶ Alat invisalign direkomendasikan untuk pasien dewasa dan untuk remaja yang gigi permanennya sudah erupsi sepenuhnya.⁶ Invisalign dapat memiliki estetik yang sangat memuaskan selama perawatan, mudah digunakan, nyaman saat dipakai, dan kebersihan mulut yang sangat baik.⁶



Gambar 1. Invisalign

B. Sejarah Invisalign

Tahun 1971, Ponitz memperkenalkan suatu alat yang dikenal sebagai “*invisible retainer*” yang dibuat pada model dan memposisikan gigi dengan baseplate wax. Ponitz menyatakan bahwa alat ini dapat menghasilkan pergerakan gigi namun secara terbatas. Sheridan dan rekannya selanjutnya mengembangkan suatu teknik dan melakukan *slicing* gigi di daerah interproksimal dan kesejajaran progresif dengan *clear Essix appliance*. Teknik ini didasari oleh ide Kesling, namun hampir semua pergerakan gigi membutuhkan model baru dan oleh karena itu model baru harus dibuat setiap kali kunjungan, yang membuat teknik ini terlalu banyak membuang waktu.

Tahun 1997 alat invisalign mulai diperkenalkan, yang tersedia di tahun 1999 untuk para spesialis ortodonti, *Align Technology* membuat ide Kesling menjadi lebih praktis. Daripada membuat suatu model baru untuk setiap alat baru, pembuatan alat invisalign ini cukup memerlukan teknologi desain dengan bantuan komputer/*ComputerAidedDesign* (CAD) dan pembuatan dengan bantuan komputer/*ComputerAidedManufacturing* (CAM), yang dikombinasikan dengan teknik laboratorium, untuk membuat suatu rangkaian *aligner*.⁶

C. Indikasi dan Kontraindikasi Invisalign

Indikasi Invisalign :

- Maloklusi ringan (*crowding* atau *spacing* 1-5 mm).^{1,2}
- *Deep overbite* (maloklusi Kelas II divisi 2) ketika overbite dapat dikurangi dengan intrusi atau memajukan insisivus¹

- Lengkung gigi non-skeletal yang sempit dapat diekspansi dengan menggeser gigi.¹
- *Relapse* ringan setelah perawatan dengan alat orthodonti cekat¹
- *Tip molar distally*.²
- Ekstraksi gigi insisif bawah untuk kasus *crowding* berat.²

Kontraindikasi Invisalign :¹

- Gigi *crowding* yang berat dan memiliki *space* lebih dari 5 mm
- Diskrepansi skeletal anterior-posterior lebih dari 2 mm
- *Open bite* anterior atau open bite posterior
- Diskrepansi relasi sentrik dan relasi oklusi
- Gigi *tipping* lebih dari 45°
- Gigi rotasi lebih dari 20°
- Gigi yang ekstrusi
- Gigi dengan klinis mahkota yang pendek
- Terdapat banyak gigi yang hilang dalam lengkung rahang

D. Keuntungan dan Kerugian Invisalign

Keuntungan dari Invisalign, yaitu :²

- Alat ini lebih estetik karna memiliki warna yang transparan dan dari segi kenyamanan lebih baik bila dibandingkan orthodonti lepasan, karna tidak terdapat braket dan *wire* yang dapat menyebabkan ulserasi pada mukosa mulut
- *Aligner* ini transparan sehingga pasien lebih percaya diri saat tersenyum

- Menghindari pencabutan gigi premolar dengan membuat interdental *space* melalui *slicing* dibagian interproksimal
- Lama waktu perawatan lebih presisi dibandingkan dengan alat orthodonti cekat
- Lebih mudah dalam menjaga kebersihan rongga mulut bila dibandingkan dengan alat orthodonti cekat
- Lebih jarang melakukan perjalanan kontrol kedokter gigi, karena pasien setiap dua minggu mengganti *aligner* mereka sendiri

Selain memiliki keuntungan alat ini juga memiliki kerugian, yaitu :²

- Harga yang mahal
- Alat ini bersifat lepasan sehingga membutuhkan kekooperatifan pasien yang lebih
- Setiap harinya harus digunakan sekitar 22 jam
- Invisalign tidak boleh digunakan saat sedang makan
- Jadwal kontrol yang terlewat dan tidak menjaga kesehatan rongga mulut dapat mempengaruhi hasil dan memperlambat waktu perawatan

E. Pertimbangan dalam Penggunaan Invisalign di Klinik

Invisalign sudah ada sejak satu dekade lalu, akan tetapi masih sedikit jurnal profesional yang mempublikasikan tentang hal ini. Studi yang telah dilakukan mengenai keakuratan software yang digunakan untuk invisalign menunjukkan bahwa keakuratan dapat berubah, menurut prediksi keakuratan tertinggi sekitar 47% didapatkan selama konstiksi lingual pada lengkung gigi, dan keakuratan terendah sekitar 18% pada ekstrusi gigi incisivus rahang atas. Berdasarkan studi yang telah dilakukan dan pendapat dari pengguna yang

berpengalaman, sangat jelas sekarang bahwa invisalign (dan *aligners* transparan pada umumnya) dapat efektif pada beberapa kasus tertentu. Keterbatasan ini harus dipertimbangkan dengan baik dalam penggunaan *clear aligner*.

Beberapa hal lain yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan *sequential aligners* :

- Pergerakan akar gigi yang signifikan (penutupan *space* pada bekas pencabutan) hampir tidak dapat dilakukan menggunakan alat ini.
- Rotasi yang signifikan pada caninus dan premolar sulit dilakukan
- Pengurangan enamel pada interproksimal untuk mendapatkan *space* dalam kasus gigi berjejal dilakukan pada regio gigi kaninus - premolar untuk mengurangi lebar regio insisal. Jumlah pengurangan interproksimal adalah bagian dari perintah dokter.
- Pasien harus diawasi dengan hati-hati untuk memastikan bahwa pergerakan gigi geligi sesuai dengan alur pada *aligner*. Apabila pergerakan gigi geligi tidak sesuai dengan alur, ada beberapa kemungkinan: *aligners* tidak cukup digunakan oleh pasien, kekurangan dalam pengurangan daerah interproksimal, kekurangan tinggi mahkota atau bentuk yang memungkinkan *grip* pada gigi untuk dapat digerakkan, kesalahan pada jenis atau posisi ikatan perlekatan, atau kesalahan yang dilakukan oleh *ClinCheck*. Dilakukan perbaikan dengan *intraoral scan* yang baru atau *PVS impression* dan revisi rencana perawatan, diperlukan pada perawatan kasus yang rumit.
- *Aligners* menutupi gigi geligi seperti *bleaching tray* dan dapat digunakan untuk *bleaching* selama perawatan. Apabila ini dilakukan, perlu diingat bahwa pergerakan gigi geligi dapat menyebabkan pulpitis. Penggabungan dua prosedur ini dapat meningkatkan sensitivitas gigi. Hal ini dapat dikontrol dengan menaikkan

interval antar sesi *bleaching*, tetapi *bleaching* lebih baik dilakukan bila *retention stage* telah tercapai.⁵

F. Prosedur Pemeriksaan Pasien

Prosedur pemeriksaan diagnostik Invisalign serupa dengan pemeriksaan yang dilakukan untuk orthodontik cekat konvensional. Pemeriksaannya meliputi pemeriksaan klinis awal, menentukan diagnosis dan rencana perawatan, serta melakukan pencetakan rahang dengan *polyvinyl siloxane impression*, menentukan gigitan, melakukan foto radiografi panoramik dan skeletal, melakukan foto intra oral dan ekstraoral.⁵ Hasil dari pemeriksaan kemudian dikirimkan ke *Align Technology* di California dimana simulasi perawatan virtual dibuat dengan teknologi tiga dimensi CAD-CAM.²

G. Prosedur Pembuatan Invisalign dan Peran Klinisi

Catatan diagnostik untuk invisalign tidak berbeda dengan jenis perawatan orthodontik lainnya, namun dalam prosedur perawatan menggunakan invisalign *aligners*, dibutuhkan intraoral optical scan (merekam catatan gigitan awal pasien) atau *polyvinyl siloxane impression* (PVS) dan catatan gigitan (*maximum intercuspation*). Hasil *scan* dan foto dikirimkan ke laboratorium/pabrik disertai dengan instruksi oleh dokter. Proses produksi dimulai dengan membuat model 3 dimensi lengkung gigi secara 26 digital menggunakan intraoral *scan*. Hasil *scan* ini kemudian ditransfer secara elektronik ke perangkat perawatan digital. Pada perangkat perawatan digital ini, gigi geligi dibagi secara digital dan dibersihkan, lengkung gigi dihubungkan, gingiva disesuaikan, dan pergerakan dibuat mengikuti instruksi dari dokter

pengirim. Perencanaan awal ini secara online direview oleh dokter sebagai sebuah "*ClinCheck*" untuk mengevaluasi kebutuhan IPR, ekstraksi, ekspansi, distalisasi, proklinasi. Dengan bantuan perangkat lunak yang sangat canggih dan teknologi 3D *scan*, serta perangkat lunak lain seperti *Tooth Shaper* dan *Autobite Tool* ini digunakan untuk mengidentifikasi bentuk gigi dan menempatkannya dalam relasi sentris.

Aligner selain Invisalign adalah *Clear path aligners*, *Inman aligners*, *NuvolaAndFantasmino System*, *ClearPath Aligners* disetujui *USFDA*. *Dental aligner* adalah alat untuk merapikan gigi yang merupakan alternatif modern dari kawat gigi. *Inman Aligner* digunakan untuk merapikan gigi depan yang membutuhkan estetik dengan cepat dan aman, alat ini memiliki pegas koil nikel titanium yang memengaruhi dua busur *aligner* yang saling menahan satu sama lain sehingga dapat menggerakkan gigi ke tempat baru secara perlahan.²

Setelah dokter puas dengan perencanaan awal ini, model digital pasien kemudian dikirim ke tempat pembuatan alat, dimana setiap model *stereolithographic* diproduksi. Sebuah *aligners* plastik transparan terbentuk sesuai model, dan setelah itu *aligners* yang sudah jadi dikirim langsung pada dokter yang bersangkutan. Berdasarkan pengalaman dokter seharusnya lebih spesifik dalam membuat perintah, apabila perintah dokter tidak spesifik, algoritma pada *Treat software* dapat menspesifikasi setiap tahap dan urutan yang dimaksud. Ketika *ClinCheck* telah memposting kepada dokter untuk diperiksa, teknisi komputer telah mengirimkan draft rencana perawatan untuk direview. *Software* yang digunakan teknisi komputer mempunyai skenario untuk berbagai macam tipe maloklusi dan tingkat pergerakan. Skenario dalam *software* ini sesuai untuk kasus yang tidak rumit. Untuk perawatan yang rumit

atau kompleks, dokter harus membuat rencana sendiri tentang jumlah dan letak gigi yang akan dikurangi (bila diperlukan), urutan gigi geligi yang akan digerakkan, tingkat pergerakan gigi geligi yang diinginkan pada setiap urutan *aligner*, dan sejauh mana bentuk ikatan yang akan digunakan untuk meningkatkan *grip aligners* pada gigi.⁵

Dokter gigi kemudian akan mendownload simulasi perawatan virtual tersebut untuk mengevaluasi hasil akhir dari posisi gigi. Dokter gigi dalam tahap ini dapat meminta perubahan apabila terdapat hasil yang tidak sesuai dengan rencana perawatan, karena apabila *aligner* tersebut sudah jadi dokter gigi sudah tidak bisa merubah alat tersebut selama perawatan dimulai.²

H. Waktu dan Durasi Penggunaan Invisalign

Invisalign merupakan orthodonti lepasan, maka dari itu motivasi pasien dalam menggunakan *aligner* ini sangat penting untuk mendapatkan hasil yang diinginkan; agar alat ini efektif, pasien harus menggunakannya sekurang-kurangnya 22 jam perhari.⁵ Setiap *aligner* harus digunakan minimal 400 jam agar hasil yang didapat sesuai yang diinginkan.² Pasien hanya melepaskan alat ini ketika makan, minum-minuman yang berwarna dan panas yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan atau menghasilkan stain pada alat ini, atau minuman yang mengandung gula, dan ketika menyikat gigi atau *flossing*.⁵

Para klinisi dapat memperpanjang waktu perawatan karena dibutuhkan waktu lebih selama persiapan dokumentasi kasus invisalign. Rencana perawatan harus mencakup gerakan berurutan untuk setiap gigi dari awal hingga akhir perawatan. Apabila diperlukan perubahan saat perawatan telah dimulai, maka dibutuhkan

waktu tambahan dan dokumentasi untuk memodifikasi rencana perawatan, selain itu tenggang waktu antara rencana perawatan hingga insersi alat bisa mencapai waktu hingga dua bulan. Pada laporan kasus Womack dkk (2002) menyatakan bahwa besarnya keterbatasan dapat menghambat penyelesaian keselarasan mandibula pasien karena keterlambatan antara perencanaan perawatan virtual dengan pengiriman alat.¹

I. Cara Kerja Invisalign

Cara kerja invisalign menggunakan *softwear* Alur kerja Computer Aided Engineering (CAE) yaitu suatu cara untuk menganalisis biomekanik dari konfigurasi aligner yang berbeda-beda. Kontak interface antara gigi dan aligner yang merupakan kontak penting dengan gesekan seminimal mungkin. Proses pemasangan harus tepat untuk mempertahankan pergerakan gigi ideal yang diharapkan dalam rentang toleransi tertentu.⁹

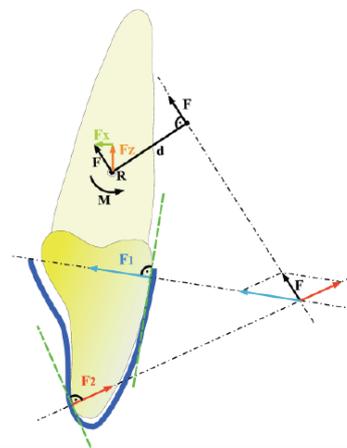
Pergerakan gigi dengan menggunakan clear aligner dapat dipengaruhi karna adanya “mismatch” antara posisi gigi dengan posisi aligner yang sudah diprogram dalam setiap tahap perawatan. Aligner yang sudah di sesuaikan dengan posisi gigi yang diinginkan dipasang pada lengkung gigi akan memproduksi kekuatan yang akan ditransmisikan ke gigi sehingga menghasilkan pergerakan dari gigi yang diinginkan.¹⁰

Penggunaan attachment dapat membantu dalam pergerakan gigi menggunakan clear aligner, posisi dan konfigurasi dari attachment merupakan kunci utama. Pada aspek ini attachment memiliki fungsi yang sama dengan braket pada perawatan orthodontik konvensional. Faktor terpenting yang mempengaruhi efikasi attachment adalah pemasangan pada permukaan yang aktif yang dapat memaksimalkan moment-

to-force ratio yang dibutuhkan untuk menggerakkan gigi.¹⁰ Bentuk dan posisi attachment mempengaruhi gerakan ortodonti yang diharapkan. Posisi attachment yang mempengaruhi permukaan aktifnya untuk gerakan tertentu, menunjukkan pengaruh yang lebih kuat dibandingkan dengan bentuk attachment.⁹

Penelitian yang dilakukan oleh rossini menyimpulkan untuk membantu menggerakkan gigi secara rotasi dengan menggunakan perawatan clear aligner dapat menggunakan komposit attachment, interarch elastics, atau melakukan interproksimal reduction (IPR). Penempatan horizontal rectangle attachment dengan ketebalan 1mm pada permukaan bukal dan lingual dapat membantu menggerakkan gigi yang rotasi.¹⁰

Attachment sangat penting untuk meningkatkan efektifitas gerakan ekstrusi. *Rectangular palatal attachment* dapat meningkatkan efektifitas alat lebih baik dibandingkan *rectangular buccal attachment* dan *ellipsoidal buccal attachment*.⁹



J. Kontrol Invisalign

Pada saat kontrol yang perlu diperhatikan adalah progresifitas perawatan, kecekatan aligners, keadaan oklusi dan melakukan tinjauan ulang instruksi. Jika dua gigi terdorong kuat dalam waktu yang bersamaan, permukaan yang berkontak menjadi

terasa sehingga gigi lebih mudah untuk bergeser, pada beberapa kasus oklusi diadjust dengan menggunakan rubber band.⁶

Kontrol invisalign dapat dilakukan setiap 6-9 minggu. Kontrol invisalign dilakukan untuk follow up progresifitas perawatan serta memonitor keadaan oklusi gigi. Pada saat kontrol permukaan yang berkontak dari gigi dapat diasah menggunakan polishing floss sehingga gigi bisa bergeser ke posisi yang diinginkan. Untuk mencapai keseimbangan oklusi akan membutuhkan waktu lama, meskipun begitu oklusi yang seimbang merupakan hal yang krusial bagi sendi temporomandibular dan untuk mendapatkan hasil yang permanen dari perawatan.⁶

BAB III

LAPORAN KASUS

Kravitz, dkk pada tahun 2009 melakukan penelitian untuk mengevaluasi efikasi pergerakan gigi dengan menggunakan Invisalign (*aligner polyurethane*). Sampel dari penelitian ini sebanyak 37 pasien (14 pasien laki-laki dan 23 pasien perempuan) yang dirawat gigi anteriornya dengan Invisalign; sebanyak 401 gigi anterior (198 gigi anterior maksila dan 203 gigi anterior mandibula diukur *virtual Treat models*). Sampel Invisalign yang digunakan termasuk 30 kedua rahang (rahang atas dan rahang bawah), 3 lengkung maksila, 4 lengkung mandibula. Pasien dipilih dari Departemen Ortodonti di Universitas Illinois di Chicago oleh 2 orthodontis yang juga diawasi oleh anggota fakultas. Anggota pengawas akan menentukan apakah maloklusi dapat dirawat dengan menggunakan Invisalign, kemudian pasien yang dianggap bisa dirawat tersebut diperiksa lagi dengan pengawas yang berbeda. Pasien yang mendapat persetujuan dari anggota fakultas yang akan dijadikan sampel penelitian. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah *crowding* atau *spacing* anterior kurang dari 5 mm dan interdigitasi bukal yang adekuat (pasien dengan posterior edentulous termasuk kriteria inklusi jika treatment tidak membutuhkan penutupan ruang), pasien minimal berusia 18 tahun, saat sedang melakukan perawatan pasien hanya boleh menggunakan Invisalign saja.

Pasien di instruksikan untuk menggunakan alat 22 jam perhari selama 2-3 minggu. Semua pasien diminta untuk mengisi catatan yang berisi apakah setiap hari menggunakan *aligner* dan berapa lama *aligner* digunakan. Setelah menyelesaikan aligner tahap pertama, *post-treatment polyvinyl siloxane*

impressions akan dikirimkan ke Align Technology. Dua teknisi dari Align Technology membantu dalam penelitian ini, model perawatan virtual pre treatment dan post treatment dikirimkan ke departemen kami melalui email. Model digital treatment akan dipindahkan dari Tooth Measure ke skor Discrepancy Index (DI) dengan menggunakan sistem penilaian objektif American Board of Orthodontics (ABO) yang dimodifikasi. Perawatan yang dilakukan melibatkan koreksi gigi anterior, discrepancy index (DI) yang dinilai adalah overjet, overbite, openbite anterior, dan crowding.

ToothMeasure merupakan software aplikasi yang dibuat oleh Align Technology untuk mengukur model yang telah discan. Pengukurannya berupa bentuk dari setiap gigi, nilai intra-arch (tipping, torque, labiolingual tip, rotation, crowding, and alignment) dan nilai inter-arch (overjet, overbite, kontak oklusal, hubungan oklusi, dan diskrepansi). Prediksi model gigi virtual ditindihkan diatas model gigi virtual pada posisi yang telah dicapai, dibuat dari model post treatment dengan menggunakan aplikasi ToothMeasure. Pergerakan gigi yang diprediksi dibandingkan dengan pergerakan gigi yang dicapai setelah perawatan. Jenis pergerakan gigi yang dilihat adalah ekspansi, konstiksi, intrusi, ekstrusi, mesiodistal tip, labiolingual tip, and rotasi.

Pada akhir perawatan catatan perawatan dikumpulkan, semua pasien mengaku menggunakan *aligners* selama 21 sampai 23 jam perhari. Semua gerakan translasi yang diprediksi kurang dari 0,2 mm dan gerakan rotasi kurang dari 1,0 ° dihilangkan dari analisis untuk memperhitungkan kesalahan dalam superimposisi.

Akurasi rata-rata invisalign untuk semua pergerakan gigi adalah 41%. Akurasi tertinggi dicapai selama konstriksi lingual (47,1%), dan akurasi terendah dicapai selama ekstrusi (29,6%). Lebih spesifik lagi, gerakan gigi yang paling akurat adalah konstriksi lingual pada gigi kaninus mandibula (59,3%) dan gigi insisif lateral (54,8%), diikuti oleh rotasi gigi insisif sentral maksila (54,2%). Gerakan gigi yang paling tidak akurat adalah ekstrusi gigi insisif sentral maksila (18,3%) dan mandibula (24,5%), diikuti oleh ujung mesiodistal kaninus mandibula (26,9%). Ukuran sampel yang dapat diterima dicapai pada semua pergerakan gigi, kecuali ekstrusi gigi-geligi insisif lateral mandibula (n=4) dan kaninus (n=3). Semua gerakan memiliki standar deviasi yang besar (rata-rata SD = 32.9).

Pada saat menganalisis akurasi setiap gerakan, hanya rotasi (P=0,001) yang memiliki perbedaan signifikan dalam akurasi antar gigi. Akurasi rotasi untuk gigi kaninus maksila (32,2%) secara signifikan lebih rendah daripada gigi insisif sentral maksila (54,2%) dan gigi insisif lateral mandibula (51,6%). Akurasi rotasi untuk gigi insisif mandibula (29,1%) secara signifikan lebih rendah daripada gigi insisif sentral maksila, gigi insisif sentral mandibula (48,8%), dan gigi insisif lateral mandibula (51,6%). Akurasi rotasi untuk kaninus rahang atas dan rahang bawah dievaluasi lebih lanjut setelah memisahkan sampel menjadi 2 kelompok: rotasi yang diprediksi kurang dari 15° dan rotasi yang diprediksi lebih besar dari 15°. Lima belas derajat dipilih sebagai jumlah malrotasi yang paling dapat dilihat secara klinis. Untuk rotasi lebih besar dari 15°, akurasi pergerakan gigi kaninus maksila berkurang secara signifikan.

Keakuratan ujung mahkota labiolingual selanjutnya dievaluasi setelah memisahkan sampel menjadi 2 kelompok: ujung mahkota labial dan ujung mahkota lingual. Ujung mahkota lingual (53,1%) secara signifikan lebih akurat daripada ujung mahkota labial (37,6%), terutama untuk gigi insisif rahang atas.

Akurasi ujung labiolingual signifikan dipengaruhi ($P=0,022$) oleh kesulitan *pretreatment* maloklusi (*modified DI score*). Tidak ada gerakan lain yang secara signifikan dipengaruhi oleh *modified DI score* pasien. Untuk menjelaskan pergerakan akurat yang terdapat dalam standar deviasi yang besar, seluruh sampel dievaluasi pada pergerakan dengan akurasi lebih dari 70%, meskipun akurasi rata-rata yang relatif rendah untuk setiap gerakan, lebih dari seperempat semua gerakan gigi dalam penelitian ini akurat >70%.

BAB IV

PEMBAHASAN

Alat invisalign memiliki serangkaian aligner yang terbuat dari bahan plastik transparan dan tipis (kurang dari 1 mm) dengan bantuan teknik laboratorium CAD- CAM. Aligner ini sama seperti splint yang menutupi mahkota klinis dan margin gingiva. Setiap aligner didesain untuk menggerakkan gigi maksimal 0,25 mm hingga 0,3 mm selama periode waktu 2 minggu, dan alat ini dipakai dengan rangkaian yang spesifik.^{1,4}

Invisalign merupakan orthodonti lepasan, maka dari itu motivasi pasien dalam menggunakan *aligner* ini sangat penting untuk mendapatkan hasil yang diinginkan; Alat invisalign direkomendasikan untuk pasien dewasa dan untuk remaja yang gigi permanennya sudah erupsi sepenuhnya. agar alat ini efektif, pasien harus menggunakannya sekurang-kurangnya 22 jam perhari.⁵ Setiap *aligner* harus digunakan minimal 400 jam agar hasil yang didapat sesuai yang diinginkan.² Pasien hanya melepaskan alat ini ketika makan, minum-minuman yang berwarna dan panas yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan atau menghasilkan stain pada alat ini, atau minuman yang mengandung gula, dan ketika menyikat gigi atau *flossing*.^{3,4}

Pada bab sebelumnya telah di bahas mengenai awal permulaan alat invisalign sampai dengan penelitian yang dilakuakn oleh Kravitz, dkk pada tahun 2009, untuk mengevaluasi efikasi pergerakan gigi dengan menggunakan Invisalign (*aligner polyurethane*) dengan sampel sejumlah 37 pasien dan perawatan yang dilakukan berupa koreksi gigi anterior, discrepancy index (DI) yang dinilai adalah overjet, overbite, openbite anterior, dan crowding.

Didapatkan akurasi rata-rata invisalign untuk semua pergerakan gigi adalah 41%. Akurasi tertinggi dicapai selama konstriksi lingual (47,1%), dan akurasi terendah dicapai selama ekstrusi (29,6%). Lebih spesifik lagi, gerakan gigi yang paling akurat adalah konstriksi lingual pada gigi kaninus mandibula (59,3%) dan gigi insisif lateral (54,8%), diikuti oleh rotasi gigi insisif sentral maksila (54,2%). Gerakan gigi yang paling tidak akurat adalah ekstrusi gigi insisif sentral maksila (18,3%) dan mandibula (24,5%), diikuti oleh ujung mesiodistal kaninus mandibula (26,9%).⁷

Pada bab empat ini kami akan lebih dalam membahas mengenai 6 keadaan pada penggunaan invisalign, yaitu: respon biologis, durasi kekuatan alat, jenis pergerakan gigi, nyeri dan fungsi oral saat pemakaian alat, resposi akar, serta keberhasilan klinis.⁸

Untuk dapat menghasilkan pergerakan gigi dengan alat invisalign, diperlukan daya atau tekanan yang cukup pada alat orthodontik untuk memperoleh respons biologis sehingga terjadi pergerakan gigi. Ketika tekanan terus menerus diarahkan pada gigi, hal ini menyebabkan gigi bergeser dari posisi awal ke posisi yang diinginkan dengan adanya kompresi ligamen pada jaringan periodontal di mana terjadi peregangan di tersebut. Aliran darah berkurang di sisi jaringan yang terkompresi, tetapi meningkat di sisi yang mengalami tegangan. Perubahan aliran darah menciptakan perubahan dalam lingkungan kimia, kemudian mendorong diferensiasi sel dan menghasilkan pergerakan gigi. Sel-sel osteoklas akan hadir lalu diikuti oleh resorpsi tulang pada sisi yang di beri tekanan terutama pada bifurkasi, *interdental septum*, dan daerah septum tulang alveolar inter-radikuler.⁸

Durasi kekuatan tekanan alat memainkan peran penting dalam menghasilkan pergerakan gigi yang optimal. Umumnya pada seluruh piranti orthodontik, gaya atau tekanan pada awal pemasangan alat memberikan tekanan yang cukup kuat kemudian turun sampai tidak memberikan tekanan pada akhirnya, kekuatan tekanan dapat bersifat continuous (terus-menerus) dan interrupted (terputus) tergantung dengan alat yang digunakan. Dari perspektif ini, durasi tekanan diklasifikasikan dari tingkat peluruhan jaringan yang terjadi. Namun pada invisalign, menghasilkan gaya intermiten karena gaya akan hilang ketika alat dilepas. Secara teoritis, jika pasien memakai alat selama 16 hingga 20 jam per hari, akan terjadi pergerakan gigi yang efektif secara klinis. Ini didasarkan pada kekuatan invisalign yang dibuat untuk menggerakkan gigi 0,25 mm per gigi per tahap. Penelitian yang dilakukan oleh Vardimon pada 2010, menjelaskan bahawa tekanan pada awal pemasangan invisalign memberikan tekanan yang paling besar pada hari pertama kemudian turun dan menjadi statis pada hari kedua sampai hari ke-15, sampai nanti digunakan alat yang baru dan memberikan tekanan yang besar kembali. Alat orthodontik seperti yang dijelaskan sebelumnya dapat menghasilkan gaya "ringan" atau "berat", gaya ringan lebih lembut dan bersifat lebih fisiologis daripada kekuatan berat. Kekuatan yang ringan secara teoritis dapat mengaktifkan resorpsi tulang secara baik dan menghasilkan pergerakan gigi terus menerus dengan halus. Tidak seperti kekuatan pergerakan yang bersifat besar yang menyebabkan *hyalinization* pada PDL dan merusak resorpsi tulang secara cepat dan kemudian gigi berpindah ke posisi baru. Pada alat Invisalign diasumsikan bahwa tekanan diberikan saat alat digunakan dan hilang pada saat alat dilepas, ini merupakan konsekuensi dari penggunaan alat invisalign sehingga penjelasan terperinci

mengenai cara penggunaan serta kepatuhan pasien merupakan hal yang penting untuk dapat menghasilkan perawatan yang terbaik.^{7,8}

Pada piranti orthodontik cekat (*fixed*), besarnya gaya yang disalurkan pada gigi dan area PDL penting ketika menentukan jenis pergerakan apa yang diinginkan untuk menggerakkan gigi. Alat cekat yang dipadukan dengan sistem *implant anchorage* memungkinkan hampir semua jenis pergerakan gigi termasuk intrusi, rotation, dan pergerakan akar. Namun, pada invisalign, gaya lebih banyak didistribusikan pada daerah mahkota dari pada permukaan akar, berbeda dengan penggunaan piranti orthodontik cekat. Seperti yang dijelaskan oleh Kravitz, dkk pada tahun 2009, ketika gerakan mesial molar dicoba, akan terjadi tipping distal dan intrusi. Terdapat *evidence based* yang menjelaskan mengenai jenis pergerakan gigi yang diberikan oleh alat invisalign berdasarkan pada gaya yang diberikan, namun masih sedikit penelitian yang solid atau baik dalam menjelaskan pergerakan tersebut.^{7,8}

Kravitz dkk pada tahun 2009, mengevaluasi pergerakan gigi sesuai dengan jenis-jenis setiap pergerakan giginya. Mereka meneliti keberhasilan pergerakan gigi menggunakan Invisalign pada 401 gigi anterior. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi tertinggi dicapai selama konstriksi lingual, dan akurasi terendah selama ekstrusi. Lebih spesifik lagi, gerakan gigi yang paling akurat adalah konstriksi lingual pada gigi kaninus mandibula dan gigi insisif lateral, diikuti oleh rotasi gigi insisif sentral maksila. Gerakan gigi yang paling tidak akurat adalah ekstrusi gigi insisif sentral maksila dan mandibula, diikuti oleh ujung mesiodistal kaninus mandibular. Selain itu, akurasi rotasi taring maksila lebih rendah dari gigi lain, diikuti oleh gigi taring mandibula. Pergerakan mahkota bagian lingual secara signifikan lebih akurat

daripada mahkota bagian labial, terutama untuk gigi seri atas. Sebagai rangkuman, gerakan gigi yang paling akurat adalah konstriksi lingual dan yang paling tidak akurat adalah ekstrusi.⁷

Penting untuk menjelaskan pasien mengenai persepsi nyeri ketika alat yang invisalign digunakan. Selain itu, sangat menarik untuk memahami bagaimana rasa sakit pasien ketika mereka membandingkan tingkat nyeri alat invisalign dengan berbagai jenis piranti ortodontik lainnya. Shalish dkk, menguji dan menjelaskan perbandingan persepsi nyeri menggunakan *Health-Related Quality of Life parameter*. Tingkat nyeri diperiksa setelahnya penyisipan tiga tipe peralatan yang merupakan bukal braket, lingual braket dan invisalign. Hasilnya menunjukkan bahwa, pada hari 1, persentase tingkat nyeri tertinggi ditemukan pada kelompok Invisalign, dan menurun secara signifikan dari hari pertama ke hari ketujuh. Tingkat nyeri juga secara konsisten lebih tinggi pada kelompok Invisalign dan braket lingual dibandingkan dengan kelompok braket bukal, tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok.⁸

keadaan rongga mulut juga merupakan hal penting saat menggunakan invisalign. Shalish dkk melakukan perbandingan keadaan rongga mulut yang dipengaruhi oleh penggunaan piranti orthodontik yang berbeda dan membandingkannya dengan invisalign. Hasil menunjukkan bahwa tingkat gangguan pada saat makan secara signifikan lebih tinggi pada kelompok breket lingual dibandingkan dengan kelompok breket buccal dan Invisalign. Singkatnya, kelompok Invisalign mengeluhkan tingkat nyeri yang relatif tinggi pada hari pertama pemakaian, namun, kelompok ini menunjukkan tingkat

terendah dalam gejala disfungsi oral terutama jika dibandingkan dengan alat breket buccal dan lingual.⁸

Untuk mengetahui keadaan resorpsi akar yang dipengaruhi oleh invisalign, ClearSmile™;Australia, melakukan penelitian menggunakan gigi premolar sebagai gigi yang dilakukan pemeriksaan dengan *microtomograph x-ray* selama 8 minggu. Di dapatkan hasil yaitu gigi kontrol memiliki jumlah resorpsi paling sedikit. Gigi yang diberikan tekanan atau gaya ringan memiliki resorpsi sekitar 5 kali lebih banyak daripada gigi kontrol. Gigi dengan invisalign memiliki resorpsi yang sama atau sedikit lebih besar dari gigi kontrol. Gigi gaya atau tekanan berat memiliki resorpsi paling besar, yaitu sekitar 9 kali lebih besar dari gigi kontrol. Dalam penelitian yang sama, volume bentuk akar gigi juga diukur. Dimana terjadi resorpsi paling banyak pada daerah bukal-servikal dan lingual-apikal. Ini sesuai dengan daerah kompresi yang dihasilkan oleh penggunaan invisalign.⁸

Penelitian yang dilakukan oleh Clements dkk pada tahun 2003, pada lima puluh satu pasien mendapatkan hasil baik pada penggunaan invisalign di daerah gigi anterior dan kurang baik pada bagian oklusal gigi posterior. Penelitian lain yang dilakukan oleh Bollen dkk pada tahun 2003. mengevaluasi efek waktu aktivasi (1 minggu dan 2 minggu) dan kekakuan material (keras dan lunak) pada peningkatan maloklusi dengan menggunakan skor PAR. Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada pasien yang menggunakan invisalign yang berbahan keras maupun lunak. Perbandingan subjek dengan waktu aktivasi 1 minggu dan 2 minggu, subjek 2 minggu memiliki kecenderungan lebih besar untuk menyelesaikan seri awal perawatan dibandingkan subjek 1 minggu (37% berbanding 21%).⁸

Djeu dkk pada tahun 2005, menilai hasil perawatan antara Invisalign dan piranti orthodontik cekat menggunakan *pra* dan *post-treatment* yang dirawat oleh orthodontist bersertifikat American Board. Hasilnya menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara 2 kelompok untuk salah satu dari 10 kategori hasil. Selanjutnya, catatan pasca perawatan dari 2 kelompok diberi skor dengan menggunakan *Objective Grading System* (OGS). Hasil penelitian menunjukkan 4 kategori OGS yaitu inklinasi buccolingual, kontak oklusal, hubungan oklusal, dan overjet memiliki skor dengan perbedaan yang signifikan secara statistik antar kelompok. Dalam kategori ini, kelompok piranti orthodontik cekat memiliki skor yang lebih baik dibandingkan dengan invisalign. Karena itu, Invisalign kurang baik untuk memperbaiki diskrepansi anteroposterior yang besar dan kontak oklusal. Invisalign dan piranti orthodontik cekat memiliki skor yang serupa pada *alignment*, koreksi ridge marginal, kontak interproksimal, dan angulasi akar.⁸

BAB V

KESIMPULAN

Invisalign merupakan serangkaian *aligner* yang terbuat dari bahan plastik transparan. *Aligner* saat dua hari pertama harus digunakan sesering mungkin (mendekati 24 jam), kemudian setelahnya bisa digunakan sekitar 16-20 jam perhari. Setiap dua minggu *aligner* harus diganti agar hasil dari perawatan bisa maksimal. Setiap rangkaiannya alat ini dapat menggerakkan gigi sebesar 0,25-0,3 mm. Pergerakan gigi yang paling berhasil adalah konstriksi lingual, dan yang paling sulit untuk digerakan adalah ekstrusi. Invisalign tidak merawat maloklusi sebaik bila menggunakan orthodonti cekat, terutama untuk memperbaiki diskrepansi anterior-posterior dan kontak oklusal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Phan X, Ling PH. Clinical Limitations of Invisalign. *JCDA*. 2007; 73(3); 263-266.
2. Kumar K, Bhardwaj S, Garg V. Review Article Invisalign: A Transparent Braces. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. 2018; 6(7); 148-150.
3. Lagravere MO, Flores C. The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners A systematic review. *JADA*. 2015; 136; 1724-1729.
4. Ponitz RJ. Invisible retainers. *Am J Orthod*. 1971; 59(3); 266–72.3.
5. Muggiano F, Quaranta A. The Aesthetic Alternative in Orthodontics With Sequential Aligners: The Invisalign System. *WebmedCentral Orthodontics*. 2013; 4(10); 1-6
6. Komalawati. Invisalign. *J Syiah Kuala Dent Soc*. 2017; 2 (1); 46-51
7. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran A. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 135(1); 27-35.
8. Sukunya W, Manopatanakul S, Dechkunakorn S. Invisalign update: A review articles. *Mahidol Dental Journal Review Article*. 2014; 32(2); 172-180.
9. Savignano R, Valentino R, Razionale AV, Michelotti A, Barone S. Biomechanical Effects of Different Auxiliary-Aligner Designs for the Extrusion of an Upper Central Incisor: A Finite Element Analysis. *Journal of Healthcare Engineering*. 2019.
10. Hahn W, Zapf A, Dathe H, Fricke JF, Fricke S, Gruber R, Meesenburg DK, dan Khonsari RS. Torquing an upper central incisor with aligners—acting forces

and biomechanical principles. *European Journal of Orthodontics*. 2010; 32; 607–613.