

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Oklusi

2.1.1. Konsep Dasar Oklusi

Oklusi merupakan fenomena kompleks yang terdiri dari gigi geligi, ligamen periodontal, rahang, sendi temporomandibula, otot dan sistem saraf.

Oklusi memiliki 2 aspek. Aspek yang pertama adalah statis yang mengarah kepada bentuk, susunan, dan artikulasi gigi geligi pada dan diantara lengkung gigi, dan hubungan antara gigi geligi dengan jaringan penyangga. Aspek yang kedua adalah dinamis yang mengarah kepada fungsi sistem stomatognatik yang terdiri dari gigi geligi, jaringan penyangga, sendi temporomandibula, sistem neuromuskular dan nutrisi.⁹

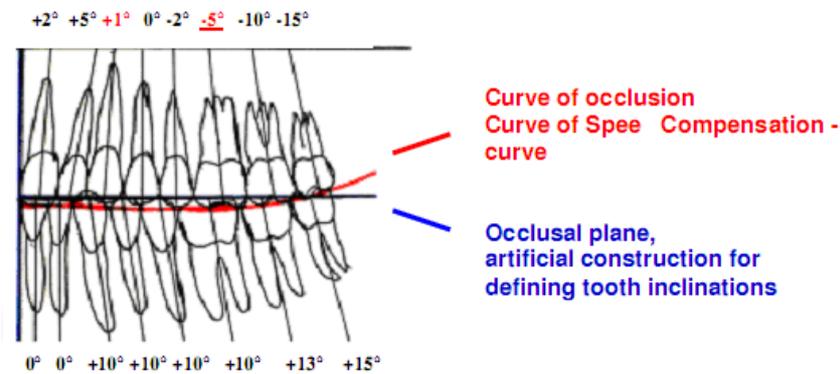
Terdapat beberapa terminologi seperti “oklusi normal” dan “oklusi ideal”.⁹ Istilah oklusi normal tidak terlalu penting dibandingkan kebutuhan untuk mencapai fungsi oklusi yang efisien dan nyaman. Leroy Johnson menggambarkan oklusi normal sebagai suatu kondisi oklusi yang berfungsi secara harmonis dengan proses metabolik untuk mempertahankan struktur penyangga gigi dan rahang berada dalam keadaan sehat.¹⁰ Oklusi dikatakan normal jika: susunan gigi di dalam lengkung gigi teratur dengan baik; gigi dengan kontak proksimal; hubungan seimbang antara gigi dan tulang rahang terhadap kranium dan muskular disekitarnya; kurva Spee normal; ketika gigi berada dalam kontak oklusal, terdapat maksimal interdigitasi dan minimal *overbite* dan *overjet*; cusp mesio-bukal molar 1 maksila berada di *groove* mesio-bukal molar 1 mandibula dan cusp disto-bukal molar 1 maksila berada di embrasure antara molar 1 dan 2 mandibula dan seluruh jaringan periodontal secara harmonis dengan kepala dan wajah.^{11,12,13} Perubahan terhadap oklusi normal terjadi pada kondisi kehilangan gigi, destruksi substansi gigi, migrasi gigi dan sebagai akibatnya adalah maloklusi.¹³

Sedangkan oklusi ideal merupakan konsep teoretis dari struktur oklusal dan hubungan fungsional yang mencakup prinsip dan karakteristik ideal yang harus dimiliki suatu keadaan oklusi.⁹ Menurut Kamus Kedokteran Gigi, oklusi ideal adalah keadaan beroklusinya setiap gigi, kecuali insisivus sentral bawah dan molar tiga atas, beroklusi

dengan dua gigi di lengkung antagonisnya dan didasarkan pada bentuk gigi yang tidak mengalami keausan.¹⁴

2.1.2. Bidang dan Lengkung Oklusal Imajiner

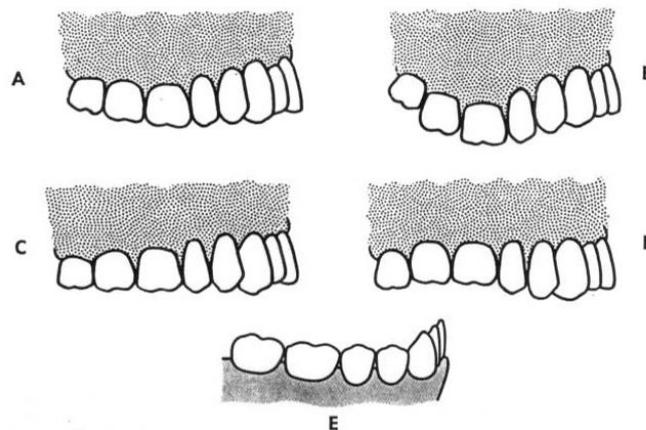
Bidang oklusal merupakan permukaan imajiner yang secara anatomi berhubungan dengan kranium dan secara teori menyentuh tepi insisal gigi-gigi insisif dan ujung permukaan oklusal gigi posterior. Kata “bidang” bukan dalam arti sebenarnya tetapi mewakili permukaan kurvatur atau lengkung oklusal.¹⁵



Gambar 2.1. Bidang dan Lengkung Oklusal

Sumber: http://www.risse-tech.com/pdf/bodily_injury_by_common_orthodontics/Gnathology%202007_Part_II_.pdf

Berdasarkan pola pertumbuhan dan perkembangan yang natural, setiap gigi baik di maksila dan mandibula akan tumbuh, erupsi dan menempati posisi yang spesifik.¹³ Gigi-geligi tersusun di dalam lengkung oklusal yang mengikuti *outline* dari ujung cusp gigi posterior dan tepi insisal gigi anterior. Ada 5 tipe lengkung oklusal yaitu normal (*average*), tajam (*acute*), datar (*flat*), terbalik (*reverse*) dan “*two-level*”. Secara umum, kurva maksila dan mandibula sama dari molar sampai premolar pertama tetapi kemudian bervariasi tergantung besar supraoklusi gigi anterior. Pada beberapa individu, gigi posterior dan anterior terlihat memiliki dua level yang berbeda – gigi posterior lebih rendah dan gigi anterior lebih tinggi. Keadaan ini disebut bidang oklusi “*two-level*”.¹⁶



Gambar 2.2. Lima tipe lengkung oklusal: normal (A), tajam (B), datar (C), terbalik (D), dan *two-level* (E)

Sumber: Minor Tooth Movement¹⁴

Tiga dimensi kurva lengkung gigi pada manusia:

- Kurva Spee

Ferdinand Graf von Spee (1855–1937), adalah orang pertama yang menemukan kurva Spee pada tahun 1890. Pada saat itu, ia menggunakan tengkorak dengan gigi yang abrasi untuk melihat garis oklusi. Garis tersebut berada di dalam silinder yang merupakan tangen dari tepi anterior kondil, permukaan oklusal molar 2 dan tepi insisal gigi insisif rahang bawah. Kurva Spee berlokasi di pusat silinder di bidang midorbital dan memiliki radius rata-rata 83,4mm.²⁰

Kurva Spee merupakan bagian posterior dari lengkung oklusal, dimulai dari ujung cusp Caninus, ujung cusp bukal gigi premolar dan molar dan menyambung sampai ke tepi anterior ramus mandibula.^{16,17} Kurva Spee merupakan kurva lengkung gigi yang dilihat dari bidang sagital.¹⁸ Kurva Spee untuk rahang atas disebut juga kurva kompensasi. Ada 2 komponen dari kurva kompensasi, yaitu anteroposterior yang berperan pada pergerakan protrusif dan *crossarch* yang berperan pada gerakan ke lateral.¹⁹

Kurva Spee atau kurva kompensasi bergantung pada *condylar path* yang mengikuti dan sesuai dengan konfigurasi anatomi fossa glenoid, bentuk dan ukuran cusp gigi yang beroklusi. Semakin dalam fossa glenoid, semakin dalam

cusps gigi yang beroklusi (*cusps of the occluding teeth*) dan semakin dalam kurva Spee. Sedangkan jika cusp mengalami atrisi, akan ditemukan semakin dangkal fossa glenoid dan kurva Spee dangkal.¹³

Fungsi utama kurva Spee belum sepenuhnya dimengerti. Tetapi kurva ini dipercaya memiliki fungsi biomekanikal selama pengolahan makanan yaitu dengan cara meningkatkan *crush-shear ratio* dan efisiensi gaya oklusal selama mastikasi. Selain itu, kurva ini juga mempengaruhi fungsi normal gerak protrusif mandibula.²⁰ Kurva Spee berkaitan erat dengan oklusi sentrik (disebut juga *Intercuspal Position*) karena keduanya merupakan dimensi vertikal oklusi berdasarkan bidang oklusi. Pada level oklusi sentrik, efisiensi maksimal mastikasi dapat tercapai karena pada level ini otot-otot elevator dalam kondisi kontraksi. Dengan demikian, jika kehilangan gigi tidak diganti akan mempengaruhi efisiensi mastikasi.⁶

Andrew menyatakan terdapat kecenderungan alami bahwa kurva ini akan semakin dalam seiring berjalannya waktu karena pertumbuhan mandibula ke arah bawah dan depan terkadang berlangsung lebih lama daripada maksila. Hal ini menyebabkan gigi anterior mandibula yang dibatasi oleh gigi anterior maksila dan bibir akan mendapat gaya ke belakang dan atas sehingga menyebabkan gigi anterior mandibula cenderung *crowding*, kurva Spee dan *overbite* semakin dalam.²⁰

Kurva Spee memiliki radius rata-rata 83,4 mm dan kedalaman rata-rata 1,9 mm sedangkan kurva kompensasi memiliki radius rata-rata 106,4 mm dan kedalaman 1,6 mm. Dengan demikian, bentuk kurva kompensasi lebih datar dibandingkan kurva Spee sedangkan kurva Spee lebih dalam dibandingkan kurva kompensasi.²¹

Beberapa tipe kurva Spee antara lain: datar dengan kedalaman kurva Spee 2 mm; normal dengan kedalaman kurva Spee >2 mm tetapi < 4 mm dan dalam dengan kedalaman kurva Spee >4 mm.²⁰

- Kurva Wilson

Garis khayal yang terbentuk dari kontak *cusps tip* bukal dan lingual gigi molar dari setiap lengkung gigi pada pandangan frontal. Kurva ini tidak sama

antara molar 1, molar 2 dan molar 3. Kurva ini juga dapat berubah, tergantung dari penggunaan gigi tersebut.¹⁷

- Kurva Monson

Kurva Monson merupakan perluasan dari kurva Spee dan kurva Wilson ke semua cusp dan tepi insisal.⁹ Kurva ini memiliki radius ± 4 inch pada orang dewasa.²³ Kurva Monson ini tidak selalu dipakai dalam kedokteran gigi karena keterbatasan anatomis dalam hubungan fungsional.¹⁷

2.2. Pergerakan Gigi

2.2.1 Macam-macam gaya yang bekerja pada gigi

Gaya-gaya yang bekerja pada gigi dan menyebabkan pergerakan gigi di dalam jaringan periodontal bervariasi di dalam besar, durasi, frekuensi dan arah gaya. Respon gigi terhadap gaya-gaya tersebut bergantung pada beberapa faktor seperti bentuk dan panjang akar gigi, karakteristik cairan yang terkandung di ruang periodontal, komposisi dan orientasi serat-serat periodontal dan luas tulang alveolar.¹¹

Lewin (1970a)¹¹ membagi pemindahan gigi menjadi 2 komponen yaitu translasi dan rotasi. Setiap komponen ini dibagi lagi menjadi translasi apikal, mesial-distal, dan bukal-lingual serta rotasi apikal, mesial-distal, dan bukal-lingual. Individual gigi bisa berpindah ke satu/lebih dari 6 gerakan tersebut dan hasilnya adalah pergerakan ke berbagai arah (*omnidirectional*) sebagai respon terhadap gaya. Perluasan dari pergerakan ini bergantung pada variabel gaya yang disebabkan oleh oklusi, bolus makanan atau perantara dari luar.

Pergerakan ke berbagai arah terjadi ketika gigi mendapat gaya vertikal atau horizontal yang telah mencapai batas berupa adanya refleks penghentian gaya oleh reseptor periodontal atau adanya gaya yang berlawanan dalam jumlah yang sama. Ketika gaya dipindahkan atau ditiadakan, gigi akan kembali ke posisi semula karena adanya respon elastik dari jaringan periodontal.¹¹

Pergerakan satu arah (*unidirectional*) dihasilkan oleh 3 faktor yaitu: setiap gigi mempunyai pusat resisten dimana gaya akan diteruskan dan pusat resisten ini bisa berubah jika tulang alveolar hilang; setiap gigi memperoleh dukungan dari gigi yang berdekatan, jika terjadi kehilangan gigi akan mengubah respon elastik dan setiap gigi memiliki otot horizontal di permukaan bukal dan lingual dan gaya yang dihasilkan oleh

otot-otot ini bisa diubah secara habitual. Ketiga faktor tersebut menghasilkan pergerakan gigi dalam satu arah berupa reposisi gigi. Gigi akan terus bergerak dalam satu arah sampai mencapai posisi yang stabil dimana terdapat gaya yang berlawanan dalam jumlah yang sama.¹¹

Gaya yang bekerja langsung pada gigi adalah muskular, oklusal, dan ekstrinsik. Gaya muskular berasal dari otot lidah, bibir, dan pipi (otot orofasial), merupakan sumber gaya horizontal terhadap gigi. Aktivitas dari otot-otot ini akan membentuk suatu pola yang stabil selama masa kehidupan dan bertanggung jawab terhadap posisi horizontal gigi ketika gigi tumbuh ke arah vertikal.¹¹ Dalam keadaan istirahat, otot-otot orofasial menghasilkan gaya yang kecil yaitu $<10^{-3}\text{N/mm}^2$. Gaya yang lebih besar terjadi ketika mastikasi, menelan dan bicara yaitu sebesar $3 \times 10^{-2}\text{N/mm}^2$. Gaya horizontal lebih berarti selama fungsi dan lidah bisa menghasilkan gaya terhadap gigi jika tidak ada ruang yang cukup untuk gigi.²⁴

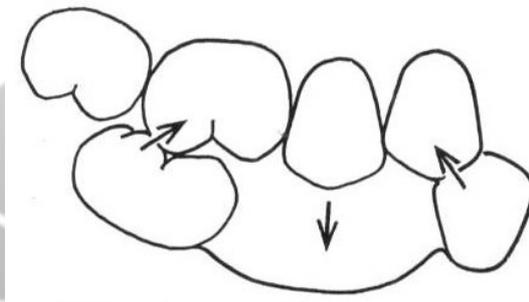
Gaya oklusal atau gaya vertikal adalah gaya yang arahnya sejajar dengan sumbu gigi dan menekan gigi ke dalam soket pada waktu gigi geligi beroklusi. Gaya vertikal merupakan hasil kontraksi otot kunyah seperti M. Masseter dan M. Temporalis. Merupakan gaya yang paling besar dan paling sering jatuh pada gigi dan diterima oleh serabut-serabut membran periodontal.²⁵ Pada manusia, gaya kunyah maksimal di regio molar adalah 500 N dan 100-200 N di regio insisif. Keadaan densisi juga mempengaruhi gaya kunyah maksimal. Gaya oklusi yang terjadi selama mastikasi lebih kecil daripada gaya kunyah maksimal. Gaya oklusi maksimal selama mengunyah dan menelan dengan berbagai jenis makanan adalah 70-150 N. Semakin besar gaya oklusi mengakibatkan pelebaran ligamen periodontal dan peningkatan densitas tulang alveolar. Ketika gaya oklusal meningkat, terjadi kompresi serat-serat ligamen periodontal dan resorpsi tulang di daerah apikal sedangkan di daerah yang tidak tertekan terjadi pembentukan tulang baru.²⁴

Gaya oklusal antagonistik¹¹

Gaya ini terjadi ketika dua gigi dalam regio yang sama, baik bersebelahan ataupun dipisahkan oleh gigi lain, menerima gaya oklusal dalam arah yang berbeda. Contoh kasus adalah kehilangan molar 1 rahang bawah, molar 2 rahang bawah akan menghasilkan gaya ke depan sedangkan premolar 1 menghasilkan gaya ke belakang

dalam kondisi oklusi sentrik. Gaya yang berlawanan ini memiliki efek terhadap premolar 2 rahang atas yaitu ekstrusi dan kemungkinan jaringan periodontalnya tertekan.

Respon yang sehat terhadap gaya oklusal bergantung pada enam faktor yaitu oklusi sentrik yang stabil; titik kontak yang stabil; jaringan periodontal yang sehat; aktivitas otot orofasial yang kompeten; rasio mahkota-akar yang sesuai dan arah akar; oklusi yang besar dan durasinya terbatas.



Gambar 2.3. Gaya oklusal antagonistik
Sumber: Occlusion in Clinical Practice¹¹

Gaya ekstrinsik adalah gaya yang dihasilkan dengan menggigit pensil, pipa, kuku, dan lain-lain. Gaya ini juga merupakan aktivitas otot parafungsi tetapi gaya terhadap gigi dihasilkan oleh suatu objek. Jika dibiarkan lebih lama, gaya ini akan menyebabkan reposisi gigi.¹¹

2.2.2. Pergerakan Gigi Fisiologis

Selama proses erupsi, gigi melewati empat tahap perkembangan. Faktor yang menentukan posisi gigi bervariasi di setiap tahapnya.²⁶ Pergerakan gigi pre erupsi, yang dilakukan oleh benih gigi susu dan permanen di dalam jaringan rahang sebelum muncul ke rongga mulut.²⁴ Pada tahap ini posisi gigi ditentukan oleh faktor herediter.²⁶ Pada tahap intra-alveolar, posisi gigi dipengaruhi oleh ada tidaknya gigi di sebelahnya, kecepatan resorpsi gigi sulung, gigi sulung yang tanggal sebelum waktunya, kondisi patologis yang terlokalisasi, dan faktor lain yang merubah pertumbuhan prosesus alveolar.²⁶

Pergerakan gigi erupsi; pergerakan gigi dari posisinya di dalam tulang rahang ke posisi fungsional dalam oklusi.²⁶ Pergerakan erupsi gigi ini membuktikan bahwa gaya yang timbul di dalam ligamen periodontal dapat menyebabkan pergerakan gigi. Mekanisme erupsi gigi tergantung dari aktivitas metabolisme dalam ligamen periodontal, yang berhubungan dengan formasi, persilangan (*cross-linkage*) dan pemendekan serabut kolagen. Proses ini berlanjut terus sampai usia tua dengan kapasitas yang menurun.²⁷

Pergerakan gigi *posteruptive*, memiliki tiga aspek: (1) Pergerakan untuk mengakomodasi rahang yang berkembang (2) Pergerakan untuk mengkompensasi *occlusal wear* yang berkelanjutan dan (3) Pergerakan untuk mengakomodasi *interproximal wear*. Pada pergerakan yang pertama dan kedua didapat melalui mekanisme yang sama dengan pergerakan gigi erupsi.²⁴ Untuk mempertahankan kontak proksimal akibat *interproksimal wear* terjadi proses fisiologis yaitu mesial drift.¹² Terdapat kecenderungan yang kuat bahwa gigi akan drift ke arah mesial bahkan sebelum muncul ke dalam rongga mulut. Fenomena ini disebut *mesial drifting tendency*.²⁶ Beberapa faktor yang menyebabkan mesial drift adalah:

- *Anterior component of occlusal force*

Gaya mengunyah menghasilkan resultan ke arah mesial melalui titik kontak gigi yang disebut *anterior component of force*. Kecenderungan gigi untuk bergerak ke depan sebagai hasil dari mastikasi dan menelan bervariasi menurut angulasi gigi dengan gigi lainnya dan juga dipengaruhi oleh kecuraman bidang oklusal. *Anterior component of force* diseimbangkan oleh kontak aproksimal gigi dan otot bibir dan pipi.²⁶

- Tekanan jaringan lunak seperti pipi dan lidah
- Gaya erupsi molar
- Kontraksi serat transeptal periodonsium²⁴

2.2.3. Jenis-jenis Pergerakan Gigi

- *Tipping* adalah pergerakan gigi dimana pergerakan mahkota lebih banyak daripada akar. Pusat rotasi pergerakan ini terletak di sebelah apikal dari pusat resisten. Klasifikasi tipping berdasarkan lokasi pusat rotasi adalah *tipping*

tidak terkontrol dimana pusat rotasi di antara pusat resisten dan apeks dan *tipping* terkontrol dimana pusat rotasi terletak di apeks akar.²⁸

- Translasi adalah pergerakan gigi dimana apeks akar dan mahkota berpindah dalam jarak yang sama dan dalam arah yang sama. Pusat rotasi pergerakan ini infinitif.²⁸ Gerakan translasi gigi dapat dibagi menjadi: (1) translasi horizontal yaitu gerakan *bodily*.²⁹ Pada gerakan *bodily*, vektor perpindahan biasanya sejajar dengan bidang oklusal atau tegak lurus terhadap angulasi aksis sepanjang gigi.²⁷ (2) translasi vertikal yaitu ekstrusi dan intrusi. Ekstrusi adalah translasi vertikal ke arah mahkota di sepanjang sumbu panjang gigi. Gigi berpindah secara *bodily* tanpa translasi horizontal. Intrusi adalah translasi vertikal ke arah okluso-apikal.²⁹
- Rotasi murni adalah perpindahan benda di mana semua titik di atas atau di dalam benda bergerak melingkar. Rotasi umum atau rotasi transversal merupakan kombinasi translasi dan rotasi murni. Rotasi umum disebut tork (*torque*) bila pusat rotasi berada di oklusal pusat resisten.²⁷

2.3. Kehilangan Gigi Posterior

2.3.1. Akibat Kehilangan Gigi Posterior Yang Tidak Diganti

Seperti sudah dijelaskan sebelumnya, penyebab utama kehilangan gigi adalah penyakit periodontal dan karies gigi. Penyebab lainnya adalah trauma; indikasi ekstraksi; *congenital absence*; serta erosi, abrasi dan atrisi.³⁰ Kehilangan elemen gigi pada umumnya akan mengganggu keseimbangan gaya pada susunan gigi dan rahang. Akibatnya tergantung dari sejumlah faktor lokal dan umum. Faktor lokal berupa: letak elemen gigi yang hilang; jumlah elemen gigi yang hilang; interdigitasi; kondisi periodontal dan posisi dari lidah. Sedangkan faktor umum berupa: usia; kemampuan adaptasi; daya tahan; toleransi muskuler dan keadaan psikis.³¹

Rangkaian dari akibat kehilangan gigi adalah pertama terjadi migrasi berupa *drifting* gigi tetangga dan ekstrusi gigi antagonis. Kedua hal tersebut bisa terjadi dengan sedikit atau tanpa destruksi periodontal, tetapi lama-kelamaan akan menciptakan kondisi oklusi yang traumatogenik dan kondusif untuk akumulasi iritan lokal. Watt (1961) telah memperhitungkan bahwa jumlah area periodontal di setiap lengkung gigi tetap yang lengkap adalah 45 cm². Ketika beberapa gigi hilang, jumlah area periodontal akan

menurun. Efek kombinasi dari perubahan distrofik dan inflamatori menyebabkan drifting dan ekstrusi menjadi migrasi patologis.³² Abnormalitas migrasi patologis terletak pada jaringan periodontal yang lemah. Kehilangan gigi yang tidak diganti menyebabkan kehilangan titik kontak di antara gigi yang tersisa, hal ini akan mengubah *anterior component of force* menjadi *wedging force* sehingga gigi berpindah ke arah oklusal atau insisial. *Wedging force* menyebabkan ekstrusi gigi ketika jaringan periodontal lemah akibat penyakit.³³

Migrasi atau *tipping* gigi yang berdekatan dengan area edentulous bisa terjadi dalam berbagai arah akibat tekanan oklusal mayor terhadap gigi antagonis saat sentrik oklusi.³² *Tipping* gigi di sebelah ruang edentulous bisa diminimalisasi oleh faktor anatomi. Permukaan oklusal yang datar bisa mengurangi efek *anterior component force* yang menyebabkan mesial *drift*.¹⁶ Gigi molar mandibula cenderung *tipping* ke arah mesial sedangkan molar maksila cenderung *tipping* ke arah distal dan rotasi ke arah palatal. Khusus untuk premolar satu mandibula cenderung bergerak secara *bodily* ke ruang edentulous.³²

Selanjutnya kehilangan gigi juga menyebabkan kehilangan tulang alveolar yang progresif dan ireversibel pada daerah elemen gigi yang hilang. Hal ini mungkin merupakan konsekuensi yang paling berat. Struktur tulang yang sehat diperlukan untuk retensi gigi dan mempertahankan konsistensi oral yang sehat. Keberadaan membran periodontal yang sehat akan mempertahankan tulang alveolar.³²

Efek dari kehilangan gigi posterior juga dapat mengakibatkan reaksi yang letaknya jauh pada beberapa segmen lengkung. Efek ini dideskripsikan sebagai **Thielemann Diagonal Law** "Gangguan yang diakibatkan oleh hipererupsi, pergeseran gigi, flap gingiva molar ketiga, dapat mengakibatkan terbatasnya pergerakan mandibula selama pergerakan fungsional. Gigi yang terletak di sebelah anterior dan diagonal dari penyebab gangguan akan mengalami gangguan periodontal, elongasi dan mobilitas. Pada kasus ini, pola mastikasi yang terbatas akan berkembang bersamaan dengan berkurangnya *centric stop*, terutama pada tingkat singulum gigi insisivus atas, menciptakan kondisi ekstrusi dan mobilitas gigi."⁶

Akibat lainnya adalah kehilangan efisiensi mastikasi, gangguan oklusi dan artikulasi seperti kontak prematur, deviasi mandibula, disfungsi sendi temporomandibula dan penurunan dimensi vertikal.^{31,32}

2.4. Ekstrusi Gigi Antagonis

Ekstrusi atau overerupsi adalah keadaan dimana gigi kehilangan antagonisnya untuk beroklusi dan gigi tersebut akan terus erupsi ke arah bidang oklusal sampai bertemu sesuatu untuk menghentikan erupsinya. Ekstrusi juga bisa diikuti dengan pergerakan yang sama oleh jaringan periodontal.^{15,34}

Terdapat beberapa pendapat mengenai mekanisme ekstrusi gigi antagonis. Menurut percobaan Kinoshita *et al*³⁵ pada tikus, 8 hari setelah kehilangan gigi akan terjadi kondisi hipofungsi oklusal yaitu tidak berfungsinya gigi untuk mastikasi karena hilangnya kontak oklusi dengan gigi antagonis. Kemudian menurut Levy dan Mailland (1980)³⁶, 15 hari setelah hipofungsi ligamen periodontal akan menyempit dan strukturnya menjadi tidak teratur. Terbentuk juga *woven-bone* di puncak interradicular septa, di ujung soket dan di sepanjang *modeling sides*. Penelitian lebih lanjut menunjukkan setelah 30 hari dan dalam waktu interval 3 bulan, ligamen periodontal tetap menyempit dan strukturnya tetap tidak teratur, tulang baru yang terbentuk berada dalam proses maturasi dan terjadi maturasi di bagian inferior interradicular septa. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pembentukan tulang berhubungan dengan penyempitan ligamen periodontal dan proses supra-erupsi atau ekstrusi.

Ligamen periodontal adalah jaringan ikat fibroselular yang menempelkan sementum gigi ke alveolus. Berisi pembuluh-pembuluh darah, saraf dan serabut-serabut yang bertindak seolah sebagai “gendongan” bagi gigi di dalam soketnya sehingga memungkinkan terjadinya sedikit pergerakan.¹⁴

Menurut pendapat Compagnon D (1990), ekstrusi terdiri dari dua proses. Pada tahun-tahun pertama kehilangan gigi, ekstrusi dipengaruhi oleh pertumbuhan periodontal yang berhubungan dengan meningginya dentoalveolar ridge. Kemudian pada tahun-tahun selanjutnya, ekstrusi disebabkan oleh erupsi aktif.^{35,38} Menurut H.L. Craddock *et al* (2007), erupsi aktif berhubungan dengan hilangnya perlekatan periodontal (*attachment loss*) di daerah korona.³⁷ Erupsi aktif merupakan bagian dari konsep *continuous eruption tooth* bahwa erupsi tidak akan berhenti ketika gigi bertemu antagonisnya tetapi berlanjut sepanjang hidup. Pada saat erupsi aktif, terbentuk deposit sementum di apikal dan daerah furkasi akar, dan aposisi tulang di sepanjang fundus alveolus dan di puncak tulang alveolar.³³

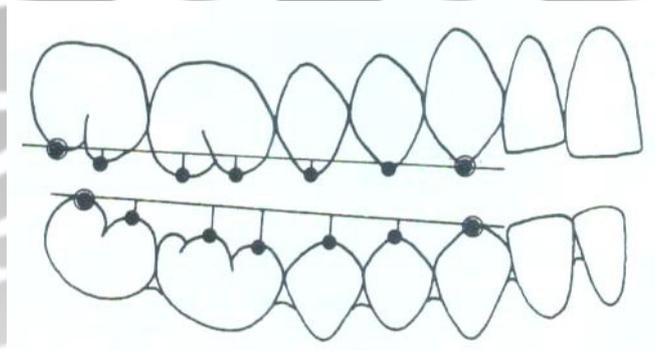
Ada beberapa hal yang mempengaruhi derajat ekstrusi, yaitu: kesehatan jaringan periodontal, posisi lidah, usia, faktor anatomis dan kualitas tulang. Lengkung oklusal yang datar akan mengurangi efek *anterior component of force* sehingga meminimalisasi ekstrusi.¹⁶ Kualitas tulang di mandibula berbeda dengan di maksila. Di mandibula, keadaan tulang terdiri dari jaringan tulang yang kompak yang tebal yang mengelilingi jaringan trabekula padat. Di maksila, keadaan tulang terdiri dari lapisan tipis tulang kortikal yang padat mengelilingi jaringan tulang trabekula yang tidak padat.⁴⁴ Usia berkaitan dengan kualitas tulang. Kandungan kimiawi dalam tulang berubah dari “kaya organik” pada usia muda menjadi “kaya mineral” pada usia tua.⁴⁵ Perubahan ini menyebabkan kondisi tulang menjadi rapuh pada usia tua. Tulang yang kompak secara tidak langsung menyebabkan ekstrusi yang lebih kecil dibandingkan tulang yang rapuh.

Ekstraksi molar pertama mandibula pada usia 12-19 tahun, pada umumnya, akan mengakibatkan migrasi yang parah dan gangguan oklusal terutama bila ada molar 3.³¹ Menurut S. Kiliaridis *et al* (2000), individu dengan molar yang kehilangan antagonisnya pada usia dewasa memiliki resiko yang lebih kecil untuk terjadi ekstrusi.⁴² Posisi gigi individual ditentukan oleh keberadaan gigi tetangga mempengaruhi posisi gigi molar yang kehilangan antagonis dalam arah mesio-distal atau buko-lingual, gaya oklusal dan gaya yang berasal dari pergerakan bibir, mukosa bukal dan lidah.³⁹ Besar ekstrusi gigi antagonis menurut penelitian P. Christou dan S. Kiliaridis (2007) dengan jaringan periodontal yang sehat rata-rata 0,05 mm per tahun.⁴⁰ Besar nilai ekstrusi dikelompokkan menjadi dua kelompok pada penelitian S. Kiliaridis *et al* (2000) yaitu kelompok ekstrusi ringan (< 2 mm) dan kelompok ekstrusi sedang sampai berat (≥ 2 mm).⁴²

2.4.1. Cara Mengukur Besar Ekstrusi

Cara mengukur besar ekstrusi untuk rahang atas adalah dengan menggunakan pedoman penyusunan gigi posterior rahang atas yaitu membuat garis (bidang oklusal) dari cusp tip gigi kaninus, premolar 1 dan premolar 2. Berdasarkan panduan penyusunan gigi posterior, cusp bukal gigi premolar 1, premolar 2 dan cusp mesiopalatal molar 1 menyentuh bidang oklusal sedangkan cusp mesiobukal molar 1 terangkat 0,75 mm dari bidang oklusal. Cusp distopalatal molar 1, cusp mesiopalatal dan mesiobukal molar 2 terangkat 1 mm dari bidang oklusal, serta cusp distobukal molar 2 terangkat paling

tinggi yaitu 1,5 mm dari bidang oklusal. Bila gigi tersebut melebihi batas normal dinyatakan ekstrusi.²² Sedangkan untuk mengukur besar ekstrusi untuk rahang bawah mengikuti pedoman pengukuran kedalaman kurva Spee berdasarkan penelitian Hui Xu *et al*²¹ (pada kasus gigi permanen lengkap; overbite dan overjet 2-4 mm; tidak ada kelainan sendi temporomandibular atau kelainan kranioservikal; tidak ada restorasi yang ekstensif dan *cast restoration*; belum pernah dirawat ortodontik; tidak ada anterior atau *lateral reverse articulation*; tidak ada kondisi periodontal yang patologi dan secara klinis bentuk lengkung normal dengan minimal dental crowding) adalah buat garis referensi yaitu suatu garis yang menghubungkan cusp bukal kaninus dan cusp tip distobukal molar 2. Kemudian buat garis-garis yang tegak lurus dari garis referensi tersebut ke cusp tip gigi premolar 1 dan 2, molar 1 dan mesiobukal molar 2. Hasil penelitian Hui Xu *et al* menunjukkan kedalaman kurva Spee adalah 1,9 mm yang dilihat dari cusp tip mesiobukal molar 1. Bila gigi molar 1 melebihi 1,9 mm di bawah garis referensi, maka gigi molar 1 tersebut dinyatakan ekstrusi.



Gambar 2.4. Pengukuran kedalaman *Curve of Spee*.

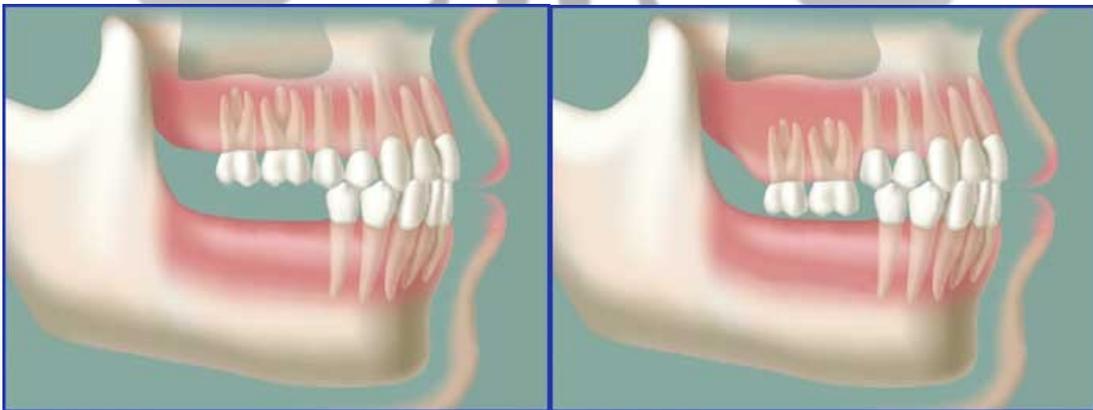
Sumber: Jurnal of Prosthetic Dentistry.2004.08.023¹⁹

2.4.2. Akibat Ekstrusi

Akibat ekstrusi antara lain terdapat *occlusal interferences* pada pergerakan mandibula ke lateral dan protrusif; hilangnya dukungan tulang pada gigi yang ekstrusi sehingga sementum terpajan dan lebih rentan terkena karies; ketika gigi yang ekstrusi mengenai ruang edentulous, penyakit periodontal bisa terjadi di gigi yang bersebelahan dengan ruang edentulous; kontak proksimal abnormal antara gigi ekstrusi dan gigi tetangganya sehingga terjadi impaksi makanan; dan disorientasi hubungan oklusal.³²

2.4.3. Perubahan lengkung oklusal berkaitan dengan jumlah kehilangan gigi

Pencabutan molar maksila atau mandibula akan menciptakan ruang edentulous. Contohnya molar pertama maksila menjadi tidak berfungsi karena tidak memiliki gigi antagonis untuk melakukan aktivitas mastikasi. Keadaan ini disebut *occlusion hypofunction*. Dengan demikian, kehilangan satu gigi menyebabkan kehilangan fungsi dua gigi. Kehilangan dua gigi akan menyebabkan kehilangan fungsi empat gigi dan seterusnya. Hal ini disebut *losing teeth "two-for-one"*.⁴¹ Demikian juga ekstrusi dipengaruhi oleh jumlah gigi yang mengalami hipofungsi. Seperti sudah dijelaskan bahwa pada gigi yang hipofungsi, ligamen periodontal akan menyempit dan lama-kelamaan akan terjadi kehilangan perlekatan periodontal yang memfasilitasi ekstrusi. Semakin banyak gigi yang hilang, semakin banyak perlekatan periodontal yang hilang demikian juga gigi tetangga tidak bisa lagi mempertahankan posisi gigi yang hipofungsi tersebut. Dengan demikian ekstrusi yang terjadi pada kehilangan banyak gigi akan semakin besar.



Gambar 2.5. Kehilangan dua gigi molar bawah

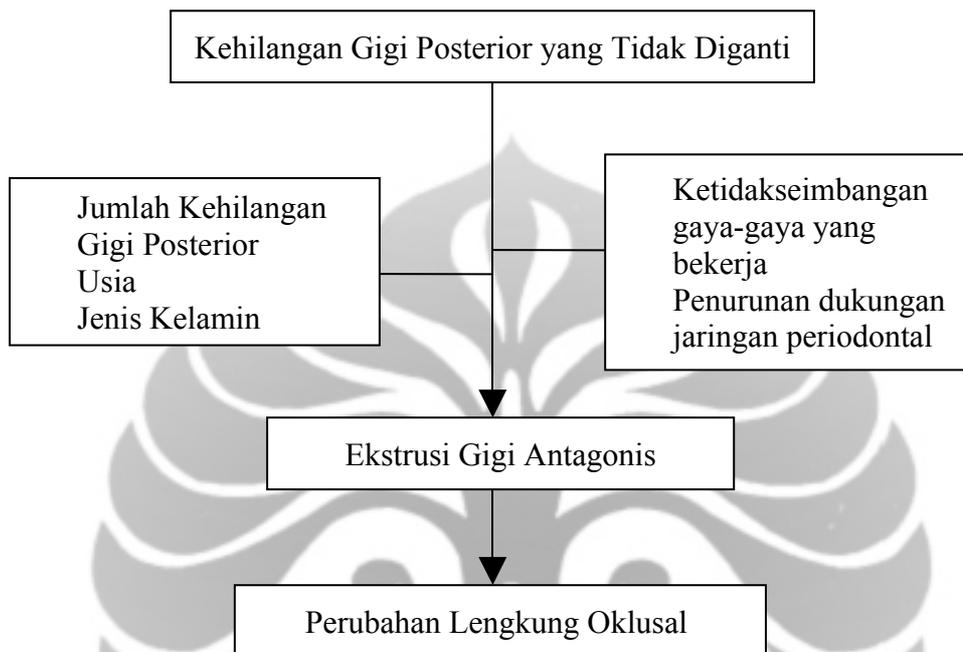
Gambar 2.6. Tanpa adanya gaya yang berlawanan gigi bawah, gigi atas akan ekstrusi

Sumber: http://www.gumsurgery.com/over_eruption.htm
consequences of tooth loss.overeruption

Kehilangan gigi bisa menyebabkan pemutusan lengkung gigi yang akan ditempati oleh gigi antagonis yang ekstrusi. Contohnya kehilangan gigi posterior pada kasus bounded saddle biasanya diikuti oleh ekstrusi dari gigi antagonis untuk mengisi ruang

yang ada dan tilting gigi tetangga ke daerah yang kosong. Hal ini adalah gangguan yang cenderung memperburuk dan usaha untuk mengembalikan kurva tersebut harus dilakukan sebelum merencanakan penggantian gigi hilang.¹¹

2.5. Kerangka Teori



Gambar 2.7. Kerangka teori dari penelitian yang akan dilakukan