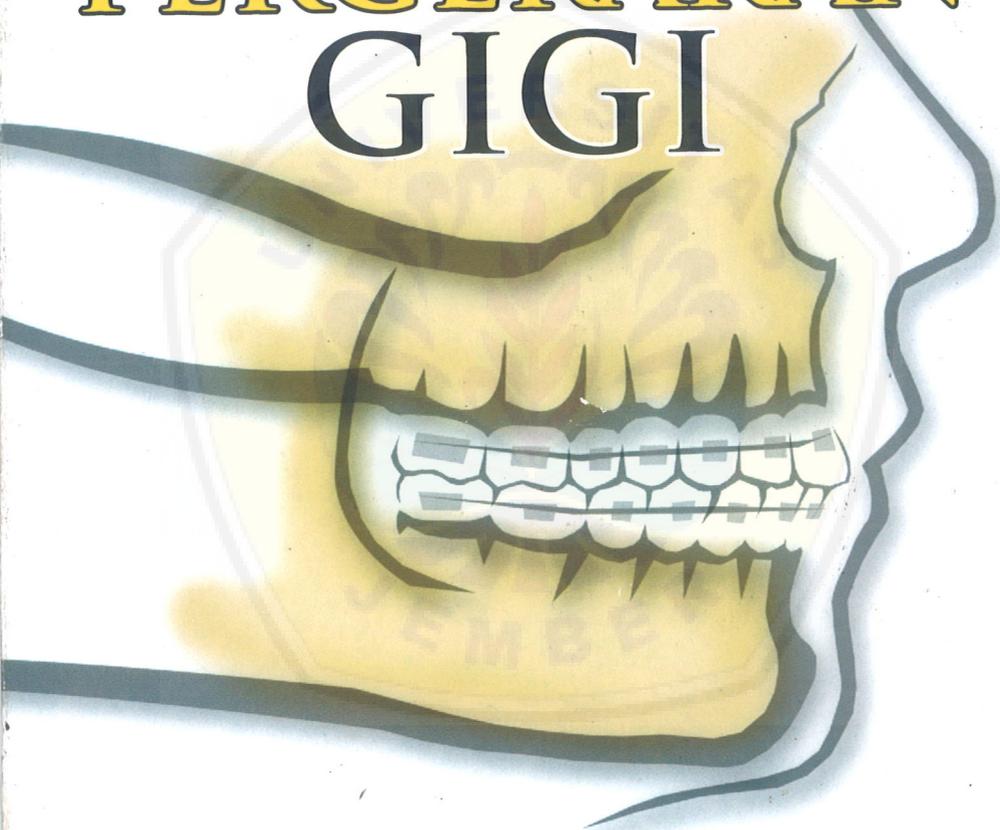


"Respon ligamen periodontal terhadap tekanan orthodonsi akan dijelaskan secara gamblang pada buku ini."

BIOMEKANIK PERGERAKAN GIGI



Prof. drg. Dwi Prijatmoko, Ph.D., SH



SAGUNG SETO



Prof. drg. Dwi Prijatmoko. Ph.D., SH. lahir di Malang pada 4 Agustus 1958. Lulusan SMA Negeri 3 Malang tahun 1976, menyelesaikan pendidikan strata 1 dan profesi kedokteran gigi di Universitas Airlangga Surabaya, pada tahun 1982, melanjutkan study di Deakin University Australia untuk

jenjang strata 2 dan transfer ke bagian penyakit dalam Monash University mengambil gelar philosophy doctor di bidang penyakit dalam. Pada tahun 2009 resmi dikukuhkan menjadi guru besar Universitas Jember. Gelar dibidang hukum ditempuh pada tahun 2004 di Universitas Moch. Sroedji Jember.

Selain menjadi guru besar, dalam keseharian juga aktif mengajar Blok Etika dan Hukum Pelayanan Kesehatan, instruktur klinik Orthodontia, sekaligus menjabat sebagai direktur utama Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember.

"Orthodontia adalah cabang ilmu kedokteran gigi yang memadukan sistem mekanika estetika dan kompleksitas jaringan pada rongga mulut."

ISBN 978-602-271-026-4
Kedokteran

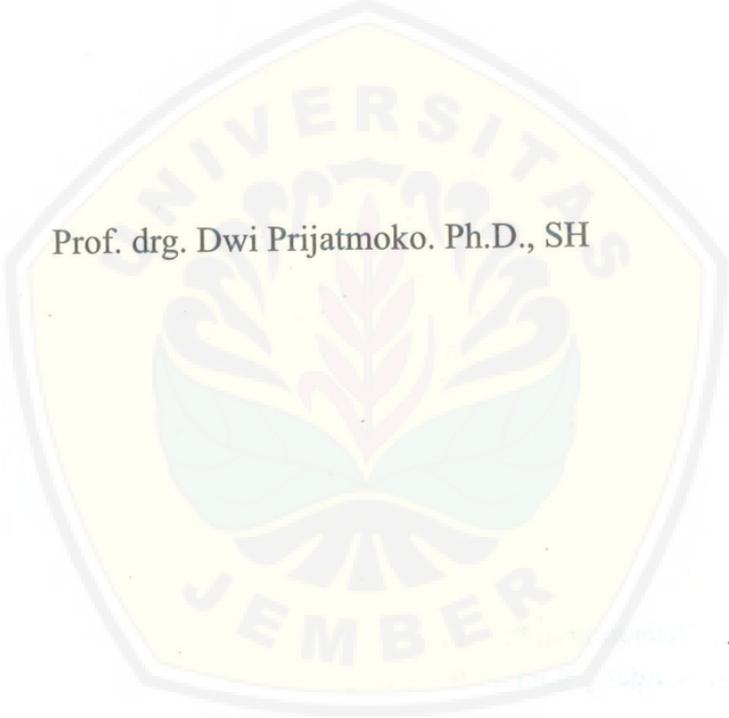


34125



BIOMEKANIK PERGERAKAN GIGI

Prof. drg. Dwi Prijatmoko. Ph.D., SH



BIOMEKANIK PERGERAKAN GIGI

© 2014 CV Sagung Seto
PO.BOX 4661 / Jakarta 10001
Telp. (021) 8577251
Email : sagung.seto@yahoo.com

Oleh :

Prof. drg. Dwi Prijatmoko. Ph.D., SH

Anggota IKAPI

Hak cipta dilindungi Undang-undang

Dilarang mengutip, memperbanyak dan menerjemahkan sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit

Penata isi: E.Daspian

Ukuran buku 14 x 21 cm

Jumlah halaman vii, 50 hal

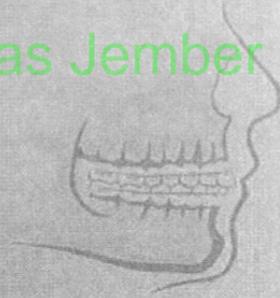
ISBN: 978-602-271-026-4

Sanksi Pelanggaran Pasal 72

Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta.

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Kata Pengantar



Segala puji syukur serta kemuliaan patut saya persembahkan kehadirat Tuhan karena kasih dan kebaikannya yang tak pernah habis sehingga buku teks Biomekanik Pergerakan Gigi ini bisa ditulis.

Buku ini berusaha memaparkan secara sederhana mengenai proses terjadinya pergerakan gigi yang disebabkan oleh karena tekanan piranti ortodonsi. Perubahan sel progeni menjadi sel dewasa di tulang alveolar sekitar gigi yang mendapatkan tekanan serta faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan sel-sel tersebut juga dibahas dalam buku ini.

Buku ini berguna bagi mahasiswa kedokteran gigi, dokter gigi umum dan para peneliti dalam memahami biomekanik pergerakan gigi, termasuk proses absorpsi dan deposisi tulang dalam proses *remodeling* tulang selama pergerakan gigi.

Beberapa teori biomekanik disajikan untuk memberikan perbandingan teori yang mendasari pergerakan gigi, terutama dalam hal awal terjadinya diferensiasi sel-sel progeni menjadi sel-sel dewasa. Peranan hormonal sebagai pengontrol terjadinya diferensiasi sel juga dipaparkan. Efek lain selain pergerakan gigi juga disinggung dalam buku ini, antara lain efek terhadap akar, dentin dan bagian lain disekitar jaringan periodontal, karena banyak para praktisi yang kurang memperhatikannya.

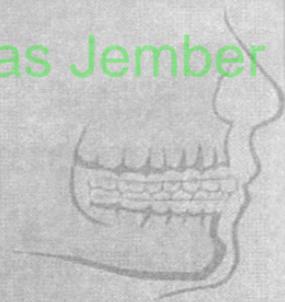
Kepada istri drg. Eka Damayanti yang selama penulisan

buku ini sudah memberikan semangat dan motivasinya. Tanpa dukungannya saya tidak bisa menyelesaikan penulisan buku ini. Saya berterima kasih buat sejawat di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember serta para kolega untuk nasehat yang sudah diberikan, untuk membaca dan memberi saran terutama kepada Prof. Dr. drg. Mieke Sudhidarma, serta kepada saudara Sugeng Prasityo SKG. yang sudah membantu dalam mendesain ilustrasi gambar dan kaver buku. Saya mengharap semua pembaca buku ini dapat lebih mengerti tentang biomekanik pergerakan gigi sehingga tertarik dalam bidang ortodonsi. Dibalik pergerakan gigi oleh karena piranti ortodonsi ada fenomena fisiologi yang luar biasa.

Jember, 7 Desember 2013

Prof. drg. Dwi Prijatmoko, Ph.D., SH

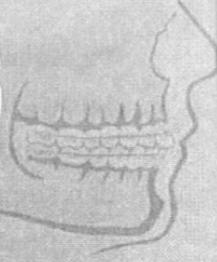
Daftar Isi



KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. JARINGAN LIGAMEN PERIODONTAL	8
Jaringan Periodontal	8
Ligamen Periodontal	9
Komponen Jaringan Ligamen Periodontal	10
a. Serabut Kolagen	10
b. Osteoblas	12
c. Osteosit	13
d. Osteoklas	14
e. Fibroblas	15
f. Cairan Jaringan	16
g. Sirkulasi	16
BAB 3. RESPON JARINGAN PERIODONTAL	
TERHADAP STRESS MEKANIK	18
Pengaruh Hormon pada <i>remodeling</i> tulang	20
Pengaruh Stress mekanik pada jaringan periodontal	22

BAB 4. TEORI BIOMEKANIK	25
Teori Piezoelektrisitas	25
Sifat tak lazim aliran piezoelektrik	27
Teori tarikan dan regangan	29
BAB 5. PERGERAKAN GIGI KARENA ALAT ORTODONTI	32
Efisiensi Pergerakan Gigi	32
Jenis Durasi Tekanan Alat Ortodonti	33
Frontal dan Undermining Resorption	34
Jenis Pergerakan Gigi Akibat Tekanan Alat Orthodontia	37
BAB 6. EFEK LAIN TEKANAN ORTODONTI.....	42
Rasa Sakit	43
Reaksi Alergi.....	43
Gigi Goyang	44
Pulpa	44
Resorpsi Akar Gigi	45
Hialinisasi Jaringan Periodontal	45
DAFTAR PUSTAKA	47

BAB 1



PENDAHULUAN

Perawatan ortodonti dilakukan berdasarkan suatu prinsip bahwa bila suatu tekanan diberikan cukup lama pada gigi, terjadi pergerakan gigi karena tulang disekeliling gigi berubah (*remodel*). Setiap gigi melekat pada tulang alveolar dengan perantaraan periodontal ligamen yang pada keadaan normal tebal ligamen bervariasi dari 0,15 sampai 0,38 mm.

Pada gigi, ligamen periodontal melekat pada sementum dimana perlekatan ini lebih ke apical daripada perlekatan ligamen pada tulang alveolar. Dengan demikian, serabut kolagen ligamen periodontal tersusun perpendikuler terhadap permukaan sementum dan lamina dura ligamen, sehingga ligamen periodontal dapat menahan pergerakan gigi pada fungsi normal.

Walaupun sebagian besar ruangan periodontal diisi oleh ikatan serabut kolagen, terdapat juga elemen seluler berikut

vaskularisasi dan persyarafan serta cairan jaringan. Elemen seluler terdiri dari fibroblast dan osteoblas. Fibroblas berfungsi untuk memperbaiki matriks kolagen pada periodontal ligamen. Tulang dan sementum diresorpsi oleh osteoklas dan sementoklas sedang pembentukannya dilakukan oleh osteoblas dan sementoblas.

Cairan jaringan (*tissue fluid*) yang terdapat pada ruang periodontal ligamen berasal dari sistem vaskular dan berperan sebagai “*Shock absorber*”. Selama pengunyahan, gigi dan struktur periodontal menerima tekanan yang besar (*heavy vorce*) yang berkala (*intermittent*). Gigi berkontak sekitar 1-2 detik dengan tekanan yang diterima sekitar 1-2 kg pada pengunyahan makanan lunak.

Pada makanan yang keras, tekanan yang diterima meningkat sampai 50 kg. Pada jenis pembebanan ini, tekanan ini akan disalurkan ke tulang alveolar yang akan sedikit “melengkung” sebagai respons terhadap tekanan tersebut. Gigi akan sedikit bergerak dalam soketnya karena “melengkungnya” tulang alveolar ini.

Bila tekanan yang besar ini terus dikenakan pada gigi, cairan jaringan dengan cepat akan terlepas keluar, dan gigi akan bergerak pada ruang periodontal. Dengan demikian gigi akan menekan ligamen periodontal dan menyentuh tulang sehingga akan terasa sakit. Rasa sakit ini akan terasa sekitar 3-5 detik. Walaupun ligamen periodontal mempunyai daya adaptasi yang baik terhadap tekanan dengan waktu yang singkat, tetapi kemampuan adaptasi ini akan hilang bila seluruh cairan jaringan periodontal terperas keluar.

Tekanan yang berlangsung lama, walaupun sangat ringan akan dapat menggerakkan gigi. Dengan demikian tekanan dari

lidah, bibir maupun pipi mempunyai potensi yang sama dengan tekanan braket ortodonti dalam menggerakkan gigi.

Ekstrusi gigi membuktikan tekanan yang timbul didalam ligamen periodontal dapat menyebabkan pergerakan gigi. Mekanisme erupsi gigi tergantung pada aktifitas metabolisme dalam periodontal ligamen, yang mungkin berhubungan dengan formasi, persilangan (*crossed linkage*) dan pemendekan serabut-serabut kolagen. Proses ini berlanjut terus sampai usia tua dengan kapasitas yang menurun.

Mekanisme yang berlanjut ini memberikan stabilisasi yang aktif pada gigi untuk menahan tekanan yang ringan dengan durasi yang lama. Sebagai contoh : Tekanan bibir dan lidah tidaklah setara, tetapi gigi tetap tidak bergerak karena adanya stabilisasi aktif ini. Stabilisasi aktif ini dapat diartikan sebagai daya ambang (*threshold*) terhadap tekanan ortodonti. Stabilisasi aktif dapat menahan 5-10 gr/cm², yaitu besarnya tekanan jaringan lunak pada waktu istirahat.

Suatu hal yang normal bila gigi dapat bergerak atau bergeser selama atau sesudah masa erupsi gigi. Banyak teori yang dapat menerangkan terjadinya pergerakan gigi pada saat erupsi, diantaranya adalah teori yang berdasarkan adanya tekanan vaskuler, pengaruh pembentukan akar gigi dan proses *remodeling* pada ligamen periodontal selama pembentukan akar gigi sehingga gigi erupsi bergerak ke arah oklusal.

Gigi geligi manusia mempunyaigi tendensi untuk bergeser ke mesial (gambar 1.1) dan oklusal (gambar 1.2) dalam usaha untuk mempertahankan kontak interproksimal dan korntak oklusal. Pergerakan ke okusal dan pergeseran ke mesial tersebut tidak bisa terlepas dari proses resorpsi dan deposisi tulang sekitar

gigi oleh karena aktivitas osteoblas dan osteoklas.



Gambar 1.1. Gigi secara fisiologis selalu bergeser keposisi yang paling stabil. Pada gambar ini 46 bergeser kemesial dan 44 ke distal akibat hilangnya 45 oleh karena di diekstraksi.



Gambar 1.2. Terjadi supra posisi 17 karena 47 hilang (gambar kiri) dan supra posisi pada 13, 14 karena gigi antagonis 34 dan 34 hilang (gambar kanan). Gigi geligi selalu berusaha memosisikan diri ke posisi yang paling stabil.

Gigi juga dapat mengalami pergeseran oleh karena adanya tekanan yang mengenai gigi. Dalam hal ini dasar perawatan ortodonsi adalah adanya prinsip bahwa bila suatu tekanan diberikan cukup lama pada gigi, akan terjadi pergerakan gigi sepanjang lengkung alveolar karena tulang disekitar gigi mengalami remodel (Krishnan V dan Davidovitch Z. 2006),

termasuk jaringan periodontal, jaringan pulpa, periodontal ligamen dan ginggiva.

Keberhasilan perawatan ortodonsia tidak bisa lepas dari faktor pendukung yang meliputi kebersihan rongga mulut, adanya tulang alveolar, jaringan periodonsium dan jaringan periodontal ligamen yang sehat. Besarnya tekanan yang diberikan juga merupakan faktor prediktor keberhasilan perawatan orthodonsi (Cardaropoli D dan Gaveglio L, 2007).

Hal ini disebabkan oleh karena gigi melekat pada tulang alveolar melalui perantaraan ligamen periodontal, sehingga kesehatan jaringan penyangga gigi dan kebersihan rongga mulut memegang peran yang penting dalam proses pergerakan gigi.

Bila gigi-geligi mendapat tekanan alat orthodonsi dengan besar tekanan dan durasi tertentu, maka tulang dan jaringan sekitar gigi akan menunjukkan perubahan mikroskopis yang nyata. Tekanan yang diberikan juga akan mengganggu vaskularisasi dan aliran darah pada jaringan periodontal yang selanjutnya akan terjadi sintesa bermacam-macam senyawa antara lain beberapa neurotransmitter, sitokin, hormon pertumbuhan dll (Krishnan V. and Davidovitch Z, 2006).

Pemberian tekanan yang tidak terkontrol sering menyebabkan tekanan yang diberikan ke gigi-geligi menjadi berlebihan. Tekanan yang terlalu kuat akan menimbulkan respon jaringan yang berbeda, tetapi tekanan tersebut akan membebani jaringan penyangga sehingga menghambat pergerakan gigi (Ren Y dkk 2004, Ren Y dan Maltha JC, 2003). Tekanan yang besar dapat menyebabkan gigi-geligi goyang 2-3⁰. Perlekatan akar gigi dengan tulang alveolar tanpa melalui jaringan ligamen periodontal bisa terjadi sebagai akibat lanjut dari tekanan yang berat ini.

Teori pergerakan gigi karena tekanan alat ortodonsi sudah banyak di ajukan, antara lain teori Piezoelektrik, teori perubahan laju aliran darah atau fraktur mikro pada tulang alveolar. Ketiga teori tersebut memiliki landasan teori yang berbeda tapi memiliki kesimpulan yang sama, bahwa tekanan yang diberikan pada gigi akan menimbulkan perubahan aktivitas selular jaringan periodonsium yang kemudian menimbulkan respon remodel tulang sekitar akar gigi sehingga gigi akan bergerak (Cardaropoli D dan Gaveglio L, 2007; Noxon JS. 2001; Rody W. 2001; Kohno S. 2003).

Sel-sel seluler pada ligamen periodontal pada saat terpapar tekanan akan merangsang untuk timbulnya peristiwa osteoclastogenesis. Tekanan mekanik tersebut juga dapat menjadi pencetus timbulnya alur prostaglandin E_2 (PGE_2) yang merangsang ekspresi *Receptor Activator of Nuclear factor κB Ligand* (RANKL) mRNA (Hiroyuki KD, 2002). Diduga RANKL mRNA ini yang menjadi pencetus terjadinya deferensiasi sel-sel progeni menjadi tipe-tipe sel dewasa yang mempunyai karakter berbeda. Dekade akhir ini telah banyak dilaporkan adanya peran penting pertumbuhan sel-sel stem (stem cells) selama pergerakan gigi secara ortodonsi.

Sel-sel stem adalah sel-sel yang sanggup membelah diri dan mempunyai kesanggupan untuk berdeferensiasi menjadi beberapa tipe sel. Hampir semua sel-sel stem di isolasi dalam sumsum tulang. Sel-sel stem juga dapat ditemukan didalam tali pusat, darah perifer dan gigi (Yelick PC. Dan Vacanti JP. 2004). Sel-sel stem gigi adalah suatu populasi sell yang sanggup untuk memperbaharui sendiri yang mempunyai potensi secara biologis menggantikan gigi manusia yang rusak (Yelick PC. Dan Vacanti JP. 2004).

Sel-sel stem gigi ini terdiri dari dua tipe, yaitu sel-sel stem epitelial dan sel-sel stem mesencim. Pembentukan gigi diakibatkan dari antara kedua sel-sel stem tersebut. Sel-sel stem epitel akan membentuk ameloblas sedang sel-sel stem mesencim akan membentuk odontoblas, sementoblas, osteoblas dan sel-sel fibroblas dari jaringan periodontal ligamen (Bluteau G. Dkk. 2008)

Sel-sel stem dapat dikategorikan menjadi (i) totipotent, adalah sel- yang paling primordial, (ii) kemudian sel-sel *pluripoten* (Zaenal A dkk. 2005 ^a) dan (iii) sel-sel *multipotent*, adalah sel stem yang sudah berdeferensiasi (Zaenal A dkk. 2005^b). Setiap sel memiliki karakter yang berbeda. Dalam proses remodeling karena tekanan ortodonsi, sel-sel progeni osteoid adalah termasuk juga juga sebagai sel-sel primitif yang mampu untuk berdeferensiasi tetapi hanya mampu menjadi satu jenis sel dewasa (Zainol A dkk. 2008).