KOROSI SEBAGAI PENYEBAB PERUBAHAN FRIKSI BRAKET DAN KAWAT ORTODONTIK: SEBUAH KAJIAN SISTEMATIK

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat

Untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

DISUSUN OLEH:

MAULFI AMANDA MUKTAR

J011171024

DEPARTEMEN ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

KOROSI SEBAGAI PENYEBAB PERUBAHAN FRIKSI BRAKET DAN KAWAT ORTODONTIK: SEBUAH KAJIAN SISTEMATIK

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat

Untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

DISUSUN OLEH:

MAULFI AMANDA MUKTAR

J011171024

DEPARTEMEN ORTODONTI

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Korosi Sebagai Penyebab Perubahan Friksi Braket Dan Kawat Ortodontik: Sebuah Kajian Sistematik

Oleh : Maulfi Amanda Muktar

NIM : J011171024

Telah Diperiksa dan Disahkan

Pada Tanggal 18 Juli 2020

Oleh :

Pembimbing

Dr. drg. Eka Erwansyah, M.Kes, Sp.Ort(K)
NIP. 197012282000121002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D., Sp.BM (K)
NIP. 197307022001121001

CS Dipindai dengan CamScanner

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan mahasiswa yang tercantum di bawah ini :

Nama	:	Maulfi Amanda Muktar
NIM	:	J011171024
Judul skrispi	:	Korosi Sebagai Penyebab Perubahan Friksi Braket Dan Kawat Ortodontik: Sebuah Kajian Sistematik

Menyatakan bahwa judul skripsi yang diajukan adalah judul yang baru dan tidak terdapat di Perpustakan Fakultas Kedokteran Gigi Unhas.

Makassar, 4 Agustus 2020

Staf Perpustakaan FKG-UH

NURAEDA, S.Sos

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, nikmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Korosi Sebagai Penyebab Perubahan Friksi Braket Dan Kawat Ortodonti: Sebuah Kajian Sistematik" sebagai tugas akhir dalam menyelesaikan studi S1 pendidikan dokter gigi. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan skripsi ini. Untuk itu, iringan do'a dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan dengan penuh hormat dan kerendahan hati kepada:

1. Ayahanda **Muktar** dan ibunda **Amalia** terima kasih telah memberikan kasih sayang berupa dukungan moril dan materil serta iringan do'a dan restunya kepada penulis dalam menjalani perkuliahan hingga saat ini. Semoga Allah SWT memberikan kesehatan beserta limpahan rahmat-Nya.
2. **Dr. drg. Eka Erwansyah, M.Kes, Sp.Ort(K)** selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, memberi masukan dan saran dari awal penyusunan sampai akhir penyusunan skripsi sehingga dapat selesai tepat waktu. Terima kasih atas segala arahan dan bantuannya, semoga Allah SWT memberi kesehatan dan senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada dokter beserta keluarga.
3. **Dr. drg. Eddy Heriyanto Habar, Sp.Ort(K)** dan **drg. Baharuddin M Ranggang, Sp.Ort(K)** selaku dosen penguji yang telah memberi masukan berupa kritik dan saran yang membangun sehingga penyusunan skripsi ini dapat selesai tepat waktu. Terima kasih atas segala arahan dan bantuannya, semoga Allah SWT memberi kesehatan dan senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada dokter beserta keluarga
4. Kakek **H. Abd. Kadir, Alm. Nenek Hj. Hamsiah,** Tante **Susanti,** Om **Samsuddin,** Om **Hidayat**, **Adek-adek penulis,** dan keluarga penulis lainnya yang tak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih telah memberikan kasih sayang berupa dukungan moril dan materil serta iringan do'a dan restunya kepada penulis dalam menjalani perkuliahan hingga saat ini. Semoga Allah SWT memberikan kesehatan beserta limpahan rahmat-Nya.
5. **Prof. Dr. drg. Sumintarti, MS** selaku penasehat akademik yang senantiasa memberi dukungan, motivasi, dan arahan kepada penulis, sehingga jenjang perkuliahan penulis dapat selesai dengan baik.
6. **drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D., Sp.BM(K)** selaku Dekan yang senantiasa memberi dukungan dan motivasi kepada seluruh mahasiswa FKG UNHAS dalam menyelesaikan skripsi tepat waktu.
7. **Prof. Dr. Drg. Eddy Machmud, Sp.Pros(K)** selaku Wakil Dekan I yang telah memudahkan jalan penulis dalam penyusunan skripsi serta senantiasa memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
8. **Widodo Murnoto,** terima kasih telah menemani dan mendukung penulis dari segi moril dan materil selama 6 tahun ini.

9. **Sahabat-sahabatku : Afia, April, Galo, Mila, Nanda, Rani, Sarara, Udha** terima kasih sudah membantu dalam penelitian, terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini, tetap kompak dan semangat menjalani tahapan klinik.
10. **Sahabatku, Faris dan Sanjaya,** terima kasih selalu memotivasi penulis dan tak segan mentraktir penulis dikala penulis sedang tidak punya uang, mendengar segala curhatan penulis, dan menghibur penulis dikala gundah gulana.
11. Teman-temanku **OBTURASI 2017** yang telah menemani penulis selama menjadi mahasiswa FKG UNHAS dan selalu menghadirkan tawa canda disela-sela kuliah yang terasa berat.
12. Seluruh dosen yang telah membagi ilmu selama jenjang perkuliahan, serta para staff karyawan Fakultas Kedokteran Gigi, baik staf administrasi, akademik, dan perpustakaan yang juga berperan penting dalam kelancaran perkuliahan penulis.
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima kasih yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam Penulisan skripsi ini penulis merasa masih banyak kekurangan kekurangan baik pada teknis penulisan maupun materi, mengingatkan kemampuan yang dimiliki penulis. Untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan pembuatan skripsi ini.Tak ada kesempurnaan didunia ini begitu pun dengan skripsi ini, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat. *Aamiin ya rabbal 'alamin.*

Makassar, 3 Juli 2020

Maulfi Amanda Muktar

Korosi Sebagai Penyebab Perubahan Friksi Braket Dan Kawat Ortodontik: Sebuah Kajian Sistematik

Maulfi Amanda Muktar

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Latar belakang : menganalisis hubungan antara korosi dan perubahan friksi braket dan kawat ortodonti di dalam saliva dan menganalisis secara kritis bukti yang tersedia untuk mendukung hipotesis. **Metode** : kajian sistematik dengan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) dengan menggunakan database ScienceDirect, ResearchGate, Pubmed, Wiley, Scielo, Ajodo, Hindawi, Google Scholar, dan Scopus. *Quality Assassment* untuk mengidentifikasi kualitas dari studi. **Hasil** : 85 studi diidentifikasi melalui pencarian dan ditemukan 7 studi yang relevan. Seluruh studi setidaknya menyajikan dua grup yaitu grup sebelum dan sesudah pemakaian peranti ortodonti. **Kesimpulan** : Penggunaan braket di dalam mulut menyebabkan terjadi korosi pada braket. Proses korosi menyebabkan degradasi dari permukaan braket dan kawat sehingga meningkatkan kekasaran permukaan (*surface roughness*). Peningkatan kekasaran permukaan pada braket dan kawat menyebabkan nilai friksi semakin besar.

***Kata kunci* :** *friksi, korosi, braket, kawat ortodonti, kekasaran permukaan*

Corrosion as a Cause of Orthodontic Bracket and Wire Friction Change: A Systematic Study

Maulfi Amanda Muktar

Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

ABSTRACT

Background : analyze the relationship between corrosion and changes in bracket friction and orthodontic wires in saliva and critically analyze the evidence available to support the hypothesis. **Methods** : this study is a systematic review using the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) methods with the ScienceDirect, ResearchGate, Pubmed, Wiley, Scielo, Ajodo, Hindawi, Google Scholar, and Scopus databases. Quality Assassment use to identify the quality of studies. **Result** : 85 studies were identified by searching and found 7 relevant studies. All studies presented at least two groups, namely the group before and after the use of orthodontic appliances. **Conclusion** : The use of the bracket in the mouth causes corrosion to the bracket. The corrosion process causes degradation of the surface of the bracket and wire thereby increasing surface roughness. Increased surface roughness on the bracket and wire causes greater friction value.

***Keywords* :** *friction, corrosion, bracket, orthodontic wire, surface roughness*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ii
LEMBAR PENGESAHAN ..... Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN iv
KATA PENGANTAR v
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR vi
DAFTAR TABEL vii
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Rumusan masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.4.1 Manfaat Ilmiah 3
1.4.2 Manfaat Aplikatif 3
BAB II 4
TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Kawat Ortodonti 4
2.2 Braket Ortodonti 5
2.2.1 Braket *Edgewise* 6
2.2.2 Braket *Begg* 7
2.2.3 Braket *Self-Ligating* 7
2.3 Korosi 8
2.3.1 Tribokorosi 9
2.3.2 Korosi Galvanis 9
2.3.3 *Pitting and Crevice Corrosion* 10
2.4 Friksi 11
2.4.1 Definisi Friksi 11
2.4.2 Resistensi Pergeseran (*Resistance of Sliding*) 13

2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Friksi[20] 13
KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP 16
3.1 Kerangka Teori 16
3.2 Kerangka Konsep 17
3.3 Hipotesis 17
BAB IV 18
METODE PENELITIAN 18
4.1 Metode 18
4.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi 19
4.2.1Inklusi 19
4.2.2Ekslusi 19
4.3Strategi Pencarian dan Seleksi Artikel Riset 20
4.4 *Quality Assessment* 20
BAB V 21
HASIL 21
5.1 Seleksi Artikel 21
5.2Sintesa Artikel 21
5.3Karakteristik Artikel 21
5.4Hasil Individual Studi 22
5.5Penilaian Kualitas Study (*Quality Assessment*) 22
BAB VI 41
PEMBAHASAN 41
BAB VII 44
PENUTUP 44
7.1 Kesimpulan 44
7.2 Saran 44
DAFTAR PUSTAKA 45
LAMPIRAN 49

DAFTAR GAMBAR

Gbr 2.1 Variasi bentuk morfologi pitting di permukaan.....12
Gbr 2.2 Perbedaan arah antara gaya gesek (*frictional force*) dan gaya normal (*normal force*).....14
Gbr 2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi friksi.....16
Gbr 4.1 *Flow chart* hasil seleksi riset artikel.....23

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Sintesa.....25
Tabel 4.2 Karakteristik Artikel.....31
Tabel 4.3 Hasil dari Individual Studi.....37
Tabel 4.4 *Quality Assassment*.....39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Ortodontik merupakan bagian dari ilmu pengetahuan modern yang dipengaruhi oleh perkembangan teknologi yang cepat dan konstan yang dapat diamati dalam masyarakat saat ini. Perawatan Ortodonti merupakan salah satu perawatan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk memperbaiki maloklusi pada gigi. Perawatan ortodonti membutuhkan waktu yang relatif lama, sehingga memerlukan suatu komponen alat yang aman, nyaman, dan dapat bertahan dalam rongga mulut dengan jangka waktu yang panjang. Jenis pesawat ortodonti ada dua, yaitu peranti lepasan (*removable*) dan peranti cekat (*fixed*).[(1)]

Komponen-komponen dalam peranti ortodonti cekat terbagi menjadi komponen pasif dan komponen aktif, diantaranya braket dan kawat ortodonti. Beberapa bahan-bahan kawat ortodonti yaitu *stainless steel*, kawat nikel titanium, Cu-NiTi, dan beta titanium. Masing-masing dari kawat tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Kawat ortodonti yang paling sering digunakan saat ini adalah kawat *stainless steel*. Kawat ortodonti *stainless steel* merupakan kawat yang dibuat dari logam campuran besi (Fe) (komponen utama), kromium (Cr) 18-20%, nikel (Ni) 8-10%, silikon, dan karbon (C) kurang dari 0,1%.[(2)] Salah satu komponen pasif dari perawatan ortodonti adalah braket. Braket ortodonti merupakan komponen penting dalam piranti ortodonti cekat yang berfungsi untuk menghantarkan gaya dari kawat ke struktur gigi dan jaringan pendukung sehingga terjadi pergerakan gigi geligi. Pergerakan gigi geligi dapat dihasilkan dari adanya interaksi antara kawat dengan braket dan ditunjang oleh jaringan periodonsium yang sehat. Jenis bahan dari braket yang paling sering digunakan dalah bahan *stainless steel* karena lebih ekonomis, tidak mudah fraktur atau mengalami deformasi, tahan terhadap korosi, dan bersifat biokompatibel.[(3)] Pada saat terjadi interaksi antara kawat dan *slot* braket, maka timbul daya hambat atau friksi. Friksi merupakan gaya yang dihasilkan oleh adanya tekanan yang bergerak berlawanan arah dari arah yang diinginkan. Friksi yang terbentuk ada dua jenis, yaitu gaya

gesek (*frictional force*) dan gaya normal (*normal force*). Gaya gesek merupakan tangensial dari permukaan yang berkontak, sedangkan gaya normal adalah gaya yang tegak lurus dengan gaya gesek dan permukaan yang berkontak. Gaya gesek terbagi menjadi dua jenis, yaitu friksi statis dan friksi kinetik. Friksi statis merupakan beban terkecil yang dapat diberikan untuk membuat pergerakan antara dua komponen yang saling berkontak, sedangkan friksi kinetik adalah beban yang menahan pergerakan benda dan bergerak berlawanan pada permukaan dengan kecepatan konstan. Friksi kinetik memiliki nilai yang lebih kecil dibanding friksi statis.(4) Daya hambat (friksi) adalah sebuah faktor dalam mekanisme kontraksi otot (*sliding mechanism*), torsi, penyamarataan (*leveling*) dan penyelarasan (*alignment*) pada perawatan ortodonti. Selama terjadi kontraksi otot, jaringan biologis akan merespon dan pergerakan gigi geligi hanya terjadi jika gaya yang diberikan lebih besar dari daya hambat yang dihasilkan antara dua permukaan. Tingginya daya hambat yang ditimbulkan dapat mengakibatkan *debonding* dari braket yang dapat mempengaruhi gerakan gigi geligi dan juga memperlambat pergerakan gigi geligi.(5)

Perbedaan besarnya friksi dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor fisik atau mekanis dan faktor biologis. Yang termasuk faktor fisik/mekanis adalah sifat *archwire* (bahan, bentuk/ukuran penampang, tekstur, dan kekakuan permukaan), ligasi braket ke *archwire* (ligatur, kawat, elastomer, dan metode ligasi), lebar braket, kekasaran permukaan kawat dan braket, dan sifat braket (jenis material, lebar dan kedalaman *slot*, desain braket, dan kekasaran permukaan), sedangkan yang termasuk dalam faktor biologis yaitu saliva, debris, dan korosi.(6)

Salah satu elemen utama yang ada di rongga mulut, yang kadang-kadang diabaikan adalah saliva dan fungsinya. Dalam lingkungan rongga mulut seorang pengguna peranti ortodonti, terjadi interaksi antara saliva dan material asing yang dapat berakibat pada terjadinya tribokorosi. Tribokorosi terjadi akibat adanya degradasi material yang disebabkan gabungan antara keausan dan korosi dalam larutan elektrolit, dalam hal ini saliva. Korosi akan memperlemah kawat ortodonti dan memicu terjadinya kekasaran permukaan (*Surface Roughness*) serta berakibat pada pengaruh sistemik seperti hipersensitivitas dan toksisitas.(7)

Beberapa penelitian telah membuktikan adanya proses korosi pada breket dan kawat ortodonti baik yang dipakai di dalam mulut maupun yang direndam dalam saliva buatan[8,9]. Namun, hingga saat ini belum ada laporan ilmiah yang mengkaji secara sistematis hubungan antara korosi terhadap perubahan friksi pada braket dan kawat ortodonti.

Pemahaman yang tepat tentang hubungan antara korosi dan friksi braket dan kawat ortodonti di dalam saliva sangat penting untuk dikaji. Oleh karena itu, kajian sistematis yang komprehensif dapat berkontribusi pada pengetahuan tentang hubungan antara korosi dan perubahan friksi braket dan kawat ortodonti di dalam saliva dan menganalisis secara kritis bukti yang tersedia cukup untuk mendukung hipotesis.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penulis, maka rumusan masalah yang diajukan adalah bagaimana korosi menjadi penyebab perubahan friksi pada braket dan kawat ortodontik?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh yang ditimbulkan korosi terhadap terjadinya perubahan friksi pada braket dan kawat ortodontik.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Ilmiah

1. Sebagai sumber data untuk pengembangan ilmu lebih lanjut.
2. Sebagai bahan kajian untuk dapat mengendalikan friksi pada braket ortodonti.

1.4.2 Manfaat Aplikatif

1. Sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaan braket ortodonti
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam penerapan mekanika perawatan ortodonti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kawat Ortodonti

Kawat ortodonti (*archwire*) adalah salah satu komponen aktif dari alat ortodonti cekat. Kawat ortodonti berfungsi untuk menggeser gigi geligi melalui braket dan buccal tube yang melekat pada gigi dengan pergerakan seperti tipping, bodily, torque, rational, atau pergerakan gigi secara vertikal. Kawat ortodonti bekerja dalam satu kesatuan dengan komponen ortodonti lainnya untuk menghasilkan gaya biomekanis yang ringan dan bersifat kontinyu.[10] Karakteristik dari kawat ortodonti yang ideal, yaitu: [11]

a. Estetik
b. Biokompatibel
c. Kuat
d. Gaya spring back yang baik
e. Keregangannya baik
f. Kelenturannya baik
g. Mudah beradaptasi
h. Tahan gesekan

Beberapa jenis bahan dari kawat ortodonti diantaranya adalah, emas, *stainless steel*, *cobalt-chromium alloy*, nikel-titanium *alloy*, *copper-nikel-titanium alloy*, dan beta-titanium alloy. Jenis kawat ortodonti yang paling sering dipakai adalah *stainless steel*. *Stainless steel* berasal dari penambahan kromium pada besi. Umumnya bentuk austentik digunakan dalam ortodonti. *Stainless steel* austenitik kadang-kadang disebut sebagai 18/8 *stainless steel* yang digunakan untuk membuat kawat ortodonti. Kawat ortodonti dari *stainless steel* menunjukkan kekuatan yang memadai, ketahanan baik, mudah dibentuk, dan elastisitasnya baik. Selain itu, kawat jenis ini biokompatibel dan ekonomis.[3] Komposisi yang terkandung didalam kawat ortodonti *stainless steel* antara lain:[12]

a. 71% ferrum atau besi (Fe)
b. 18% kronium (Cr)
c. 8% nikel (Ni)

d. 0,2% karbon (C).

Kandungan kromium pada bahan *stainless steel* yang membuat tahan pada korosi dalam lingkungan mulut. Fe ditambahkan dalam kawat *stainless steel* karena unsur tersebut mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan juga berfungsi untuk ketahanan terhadap korosi. Unsur lainnya yaitu Ni berfungsi untuk meningkatkan kelenturan, ketahanan terhadap panas. Sedangkan adanya unsur C pada kawat berfungsi untuk ketahanan pada temperatur tinggi. Akan tetapi kelemahan unsur Ni dan Cr yaitu dapat menyebabkan alergi apabila terlepas dalam rongga mulut. Kelebihan jenis kawat ini adalah kekakuan tinggi, ketahanan tinggi, mudah dibentuk, stabilitas lingkungan baik, elastisitas yang adekuat, biokompatibel, dan ekonomis. Kekurangannya antara lain elastisitas kurang dibandingkan dengan paduan nikel-titanium, modulus elastisitas tinggi, aktivasi lebih sering dilakukan untuk mempertahankan tingkat kekuatan yang sama, serta pemanasan dengan suhu 400 – 900 derajat menyebabkan pelepasan nikel dan kromium sehingga mengurangi ketahanan terhadap korosi.

2.2 Braket Ortodonti

Suatu alat cekat mempunyai tiga komponen dasar yaitu braket, *archwire*, dan asesori. Interaksi dari ketiga komponen ini menentukan cara berfungsinya suatu alat. Tipe braket yang dipakai adalah pilihan dasar yang harus ditentukan pada awal perawatan. Hal ini akan mempunyai pengaruh yang besar pada mekanik dari alatnya[(13)]. Braket merupakan salah satu komponen pasif alat ortodonti cekat yang akan menyalurkan gaya yang diaplikasikan oleh kawat kepada gigi sehingga terjadi pergerakan gigi. Bahan material braket yang mempunyai sifat mekanik yang baik dibutuhkan, sehingga resisten terhadap deformasi akibat gaya dari kawat. Sifat mekanik braket dipengaruhi oleh komposisi logam *Stainless steel* dan proses pembuatannya[(14)]. Bahan logam dibuat dari baja anti karat dengan mengecor dan pemakaian mesin agar didapat hasil yang tepat. Bahan-bahan yang memberi sifat estetik lebih baik dari pada logam dipakai untuk membuat braket yang direkat pada insisivus, kaninus dan premolar. Braket plastik mempunyai kekurangan yaitu bisa berubah warna dan mudah patah maupun distorsi dalam pemakaian klinis. Braket kramik tersedia dalam suatu rentang desain untuk alat-alat *edgewise* maupun *Begg*. Braket tersebut dibuat dari Kristal besar tunggal

dengan mesin maupun dari bubuk polikristalin dengan proses injection moulding. Braket tersebut tahan terhadap distorsi atau perubaha warna, tetapi mempunyai sejumlah kekurangan jika dibanding dengan braket logam yaitu : dapat patah dalam penggunaan. Kerapuhan bahan keramik mengakibatkan:

a. Patah
b. Daya tahan abrasinya melebihi email gigi, sehingga tidak boleh ditempatkan pada keadaan dimana gigi-gigi lawan beroklusi dengannya.
c. Jika dipakai dengan *archwire* logam, sifat geseknya adalah sedemikian sehingga peluncuran di sepanjang *archwire* dihalangi.
d. Daya tahannya bila ditekuk dan kecenderungan patahnya membuat pelepasan pada saat *debonding* lebih sulit dari pada braket logam. Ada risiko kerusakan email yang lebih tinggi.
e. Lebih mahal dari pada braket logam yang setara.

Ada banyak desain braket yang berbeda-beda. Untuk mengenal prinsip cara berfungsinya alat-alat cekat, perlu dilakukan pembagian sebagai berikut :

2.2.1 Braket *Edgewise*

Braket *edgewise* mempunyai alur *archwire* yang segi empat dalam potongan melintang, dengan dimensi terbesarnya horizontal. Istilah *'edgewise'* mengacu pada kemampuan braket tersebut untuk menerima *archwire* berpenampang melintang segi empat dengan dimensi terbesar horizontal. Braket *edgewise* juga dapat dipakai dengan *archwire* yang penampang melintangnya bulat. Ada sejumlah desain braket *edgewise* yang berbeda-beda. Karakteristik utamanya adalah sebagai berikut :

a. Dimensi okluso-gingival dari alur *archwire*. Ukuran yang umum dipakai adalah 0.018 dan 0.022 inci (dimensi labiolingual biasanya 0.028 inci).
b. Braket dapat utuh atau braket Siamese mempunyai dua alur *archwire* yang terpisah.
c. Lebar mesiodistal dari alur. Lebar efektif terlebar tampak pada braket Siamese
d. Arah alur dan jaraknya dari dasar braket.

Braket *edgewise* standar mempunyai alur yang diatur segaris dengan jarak standar dari dasar braketnya. Dengan braket *edgewise* yang disesuaikan, arah alur

archwire dan jaraknya dari dasar, ditentukan secara individual menurut gigi tempat braket dicekatkan.

2.2.2 Braket *Begg*

Braket *Begg* dipakai dalam diagnostik dan perawatan rutin yang menyeluruh. Teknik beg seperti dengan alat-alat *edgewise*, penggunaan yang aman dari teknik beg memerlukan latihan dan pengalaman klinis yang cukup. Braket beg mempunyai alur yang sempit, yang sesuai dengan alur *archwire* dari braket *edgewise*, ke dalam mana suatu *archwire* dipasang kendur dan ditahan di tempatnya dengan suatu pasak pengunci. Braket beg hanya dipakai dengan *archwire* berpenampang melintang bulat. Braket beg mempunyai lebar mesio-distal minimal dan *archwire*-nya terpasang kendur dalam braket. Kelebihan dari pendekatan ini adalah kendurnya *archwire* dalam suatu braket berarti gigi bebas untuk bergerak miring di sepanjang dan di sekeliling *archwire*-nya. Koreksi awal yang cepat dari penyimpangan gigi didapat jika diaplikasikan gaya yang jauh lebih ringan dari pada gaya yang diperlukan oleh sistem *edgewise*, dengan regangan minimum pada penjangkaran intra oral. Oleh karena itu, penjangkaran ekstra oral biasanya tidak diperlukan. Kekurangan pada teknik ini adalah bahwa pada tahap perawatan selanjutnya alat menjadi rumit karena harus dilakukan penambahan asesori. Konsekuensi dari hubungan yang kendur antara *archwire* dan braket adalah sulit menahan gigi-gigi dengan tepat di posisinya dan dapat timbul gerakan-gerakan gigi yang tidak diinginkan.[15]

2.2.3 Braket *Self-Ligating*[15]

Seperti alat cekat pada umumnya, braket *self-ligating* terdiri atas basis dan badan braket yang berisi *slot* dan *tie-wing*. Perbedaan antara braket konvensional dan *self-ligating* terletak pada cara *archwire* bertautan di dalam *slot*. Pada *self-*ligating, braket mempunyai klip atau mekanisme lain yang digunakan bukan elastic atau ligatur metal. Seperti braket konvensional, braket *self-ligating* hanya mempunyai satu fungsi yaitu adanya jembatan antara elemen yang memberikan gaya (kawat atau pelengkap) dan gigi. Jadi merupakan sebuah sarana untuk mencapai tujuan. Penggunaan braket *self-ligating* meningkatkan jumlah filosofi perawatan, yang dipercaya menawarkan keuntungan signifikan dibandingkan ligasi biasa. Braket *self-ligating* ideal harus memiliki karakteristik berikut :

a. Basis braket yang melengkung dengan baik secara anatomis, termasuk retensi dan undercut.
b. Penanda sumbu vertikal dan horizontal.
c. Rancangan desain yang tepat agar dapat memosisikan braket dengan baik.
d. Braket harus dapat diidentifikasi untuk masing-masing gigi (pengodean dengan warna atau ukiran laser).
e. Terdapat kait (*hook*) untuk pengalikasian elastik.
f. Dimensi *slot* tepat (antara 0,018 atau 0,022)
g. Mekanisme *self-ligating* yang kuat.
h. *Tie-wing* kembar untuk mengaitkan rantai elastik atau modul elastik.
i. *Slot* pelengkap tambahan.

2.3 Korosi

Korosi merupakan kerusakan yang terjadi pada suatu material akibat reaksi dengan lingkungan disekitarnya. Proses korosi ini melibatkan 2 reaksi simultan yakni oksidasi dan reduksi (redoks). Ketika spesimen logam murni (disebut elektroda) ditempatkan pada medium cairan (disebut elektrolit) yang tidak mengandung ion-ion spesimen, maka ion logam akan cenderung larut ke dalam medium dan permukaan logam yang hilang ionnya akan memulai prosesredeposisi untuk mempertahankan sifat logam tersebut, transfer ion logam ke medium cairan disebut proses oksidasi (hilangnya elektron) dan redeposisi yang menyebabkan reduksi. Contoh dari reaksi oksidasi (anoda) ada logam di dalam asam - menyebabkan disolusi logam sebagai ion electron ($Fe \rightarrow FE^{2} + 2e$), sedangkan reaksi reduksi terjadi ada permukaan katoda yang akan mengambil electron bebas yang dproduksi oleh anoda dengan pengurangan ion hydrogen menjadi gas + - hydrogen ($2H + 2e \rightarrow H2$). Proses ini terus berlanjut sampai logam tersebut habis, kecuali logam itu dapat membentuk lapisan permukaan protektif, atau sampai reaktan katoda habis. Tingkat korosi logam dipengaruhi oleh komposisi material serta reaksi kimia dari cairan tempat ia dicelupkan atau lingkungan sekitarnya.(16) Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya korosi adalah dengan penggunaan inhibitor korosi. Secara umum suatu inhibitor adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan

ke dalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Biasanya proses korosi logam berlangsung secara elektrokimia yang terjadi secara simultan pada daerah anoda dan katoda. Inhibitor biasanya ditambahkan dalam jumlah sedikit, baik secara kontinu maupun periodik menurut selang waktu tertentu. Jenis-jenis yang berhubungan dengan lingkungan dalam rongga mulut yang paling sering antara lain korosi galvanis dan tribokorosi.(17)

2.3.1 Tribokorosi(7)

Tribokorosi adalah korosi yang terbentuk dari gabungan fenomena korosi dan keausan yang terjadi pada kontak geser dan dapat didefinisikan sebagai transformasi *irreversible* yang disebabkan oleh aksi simultan dari interaksi kimia, mekanis (keausan) dan elektrokimia (korosi) yang terjadi pada permukaan yang mengalami kontak gerakan . Ketika ada sistem tribocorrosion, sinergisme yang dihasilkan dari tindakan simultan dari efek mekanik dan lingkungan diamati selama beberapa waktu. Sinergi ini dapat menghasilkan efek positif atau negatif tergantung pada karakteristik permukaan kontak, pada komposisi lingkungan lokal dan pada sifat-sifat produk yang dihasilkan dari reaksi yang terjadi antara permukaan dan lingkungan. Sementara pembentukan pelumas diri atau lapisan oksida tebal menghasilkan sinergisme positif, dengan penurunan degradasi keseluruhan sistem, efek negatif sering diamati. Keberadaan lingkungan yang korosif dapat memperkuat tingkat kehilangan material dengan terjadinya mekanisme keausan, sementara keausan dapat meningkatkan laju korosi, misalnya dengan melepas film pelindung dari permukaan material.

2.3.2 Korosi Galvanis(18)

Korosi galvanik atau elektrokimia adalah korosi paling umum terjadi di lingkungan rongga mulut. Jenis korosi ini terjadi karena ke kontak dari dua jenis logam yang berbeda. Logam yang lebih lemah (anoda) terkorosi dalam proses ini. Adanyadua logam yang berbeda dalam satu larutan elektrolit (saliva) menciptakan reaksi galvanik. Elektrolit membantu migrasi ion dan menyebabkan korosi terjadi lebih cepat. Semakin besar katoda dan semakin kecil anoda, semakin parah korosi yang terjadi.

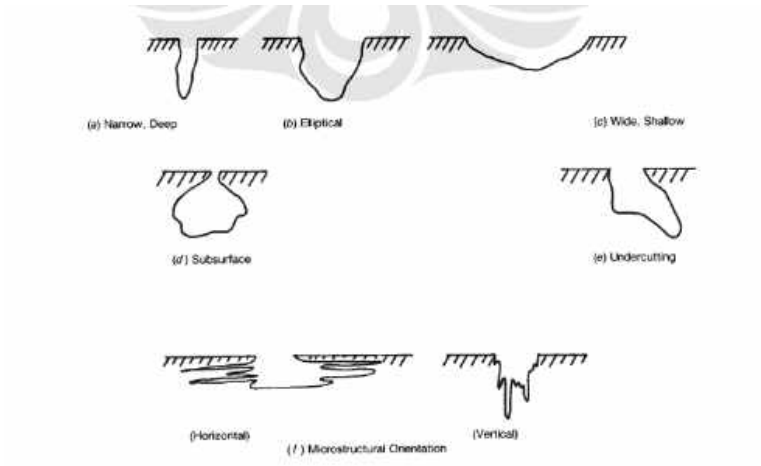
Jenis korosi ini terjadi antara braket ortodontik dan kawat di lingkungan mulut dan terjadi karena kontak dari dua paduan logam berbeda dalam elektrolit (saliva). Jenis korosi yang paling umum terjadi dalam braket dan kawat ortodonti adalah celah dan *pitting corrosions*. Korosi celah terjadi antara dua permukaan yang dekat atau di mana pertukaran oksigen tidak dapat terjadi. Jenis korosi ini terjadi ketika bahan non-logam digunakan di atas logam (contohnya penggunaan elastomer dan O-ring untuk menahan braket). Akibat peningkatan keasaman lingkungan rongga mulut, lapisan pelindung pada permukaan logam hancur dan korosi terjadi. *Pitting corrosion* adalah jenis korosi lokal mengakibatkan pitting dan kavitasi pada permukaan dan biasanya terjadi pada logam yang mengandung lapisan oksida superfisial. Penelitian menunjukkan bahwa tipe korosi ini terjadi pada *stainless steel*, Cr-Co, Ni-Cr, dan NiTi.

Selain perbedaan potensial antara dua logam, banyak faktor lain berperan dalam korosi galvanik. Korosi terjadi dalam lingkungan asam seperti pada makanan dan minuman yang bersifat asam yang dapat meningkatkan intensitas proses korosi. PH rendah (dalam lingkungan asam) merusak banyak logam dan paduan logam. Pada pH 4-6, larutan natrium fluorida dan saliva artifisial, kawat *stainless steel* dan paduan Ni-Ti mengalami korosi pitting. Korosi dapat mempengaruhi sifat mekanik braket dan rilis beberapa senyawa bisa bersifat sitotoksik.

2.3.3 *Pitting and Crevice Corrosion*[19]

Korosi *pitting* (sumur) dan *crevice* (celah) adalah bentuk korosi yang terlokalisir, yang berarti bahwa korosi terjadi pada area terbatas. Laju korosinya tinggi dan umumnya lebih tinggi dari pada untuk *uniform corrosion*, karena rasio katoda / anoda yang besar. Mekanisme korosi celah tergantung pada beberapa parameter dan dapat berubah sesuai dengan perubahan dalam parameter. Korosi celah (*Crecive Corrosion*) ialah sel korosi yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi zat asam. Korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain diantaranya ada celah yang dapat menahan kotoran dan cairan sehingga kosentrasi O_2 pada mulut kaya dibanding pada bagian dalam, sehingga bagian dalam lebih anodik dan bagian mulut jadi katodik.

Mekanisme terjadinya korosi celah dimulai akibat adanya perbedaan konsentrasi beberapa kandungan kimia, seperti oksigen dan asam, yang membentuk konsentrasi sel elektroktrokimia. Di luar dari celah (katoda), kandungan oksigen dan pH lebih tinggi. Korosi pitting merupakan bentuk korosi yang paling berbahaya karena dapat menyebabkan kegagalan pada suatu material hanya dengan kehilangan sedikit persen berat. Sangat sulit untuk mendeteksi korosi pitting karena ukuranya yang kecil dan sering tertutup oleh produk korosinya. *Pitting* tidak dapat diprediksi, khususnya pada kondisi pembentukan pitting yang dalam. Permukaan pitting biasanya tertutup oleh deposit dari aliran proses dan endapan produk korosi.



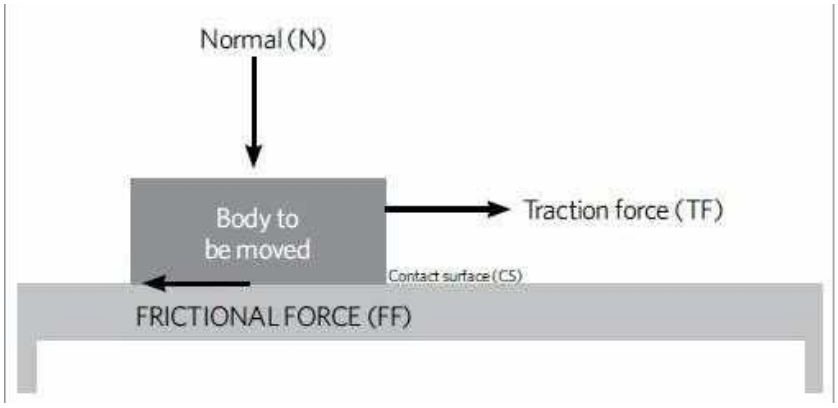
Gbr.2.1 Variasi bentuk morfologi pitting di permukaan

2.4 Friksi

2.4.1 Definisi Friksi

Pada saat terjadi interaksi antara kawat dan *tube* braket, maka timbul daya hambat atau friksi. Friksi merupakan gaya yang dihasilkan oleh adanya tekanan yang bergerak berlawanan arah dari arah yang diinginkan. Daya hambat (friksi) adalah sebuah faktor dalam mekanisme pergeseran (*sliding mechanism*), torsi, penyamarataan (leveling) dan penyelarasan (alignment) pada perawatan ortodonti. Selama terjadi kontraksi otot, jaringan biologis akan merespon dan pergerakan gigi geligi hanya terjadi jika gaya yang diberikan lebih besar dari daya hambat yang dihasilkan antara dua permukaan. Friksi yang timbul selama mekanisme pergeseran ortodontik merupakan tantangan klinis bagi dokter gigi karena tingkat

gesekan yang tinggi dapat mengurangi efektivitas mekanisme, mengurangi efisiensi pergerakan gigi, dan komplikasi lebih lanjut pada kontrol jangkar. Friksi yang timbul terbagi menjadi dua,yaitu gaya gesek (*frictional* force) dan gaya normal (*normal force*).[4] Gaya gesek (*frictional force*) merupakan tangensial dari dua permukaan yang saling berkontak, sedangkan gaya normal (*normal force*) adalah gaya yang tegak lurus terhadap gaya gesek (*frictional force*) dan permukaan klinis. Gaya gesek berbanding lurus dengan gaya normal dan bergantung pada koefisien gesekan dari kedua permukaan yang berkontak (Gbr.1). Koefisien ini adalah konstanta yang terkait dengan karakteristik dari masing-masing bahan yang terlibat.



Gbr 2.2 Perbedaan arah antara gaya gesek (*frictional force*) dan gaya normal (*normal force*) [4]

Ada dua jenis gaya gesek atau *frictional force*:[6]

a. Friksi statis atau *static friction*

Friksi statis adalah kekuatan terkecil diperlukan untuk memulai gerakan antara dua benda yang statis dalam hubungannya satu sama lain.

b. Friksi Kinetik atau *kinetic friction*

Gesekan kinetik atau *kinetic friction* adalah kekuatan yang melawan pergerakan geser dari suatu benda padat terhadap benda lainnya dengan kecepatan konstan. Friksi statis selalu lebih besar dari friksi kinetik karena lebih sulit untuk mengubah posisi dari situasi kelembamannya daripada mempertahankan pergerakannya. Secara praktis, friksi kinetik tidak terbentuk jika pergerakan gigi masih bekerja pada *archwire*.

2.4.2 Resistensi Pergeseran (*Resistance of Sliding*)

Kusy dan Whitley membagi resistansi terhadap *sliding* (RS) menjadi tiga komponen, yaitu:

a. Friksi Klasik

Friksi ini terjadi karena kontak *archwire* dengan permukaan braket. Sifat dari bahan *archwire* dan braket seperti memiliki kekerasan atau kehalusan dapat mempengaruhi friksi klasik dalam tiga cara berikut:

1. *Plowing*

Hal ini terjadi ketika bahan yang lebih keras menghilangkan bagian dari bahan yang lebih lembut dan menyebabkan deformasi permanen.

2. Kekasaran (*Roughness*)

Kekasaran permukaan saling terkait karena dapat menyebabkan deformasi plastik dari kawat pada saat pergerakan.

3. *Shearing*

Shearing terjadi jika asperitas tinggi dan jika kekuatan luluh tinggi, maka akan terjadi fase istirahat sebelum pergerakan dimulai dan arah perlawanan terasa pada saat itu dikenal sebagai *shearing*.

b. *Binding* (BI)

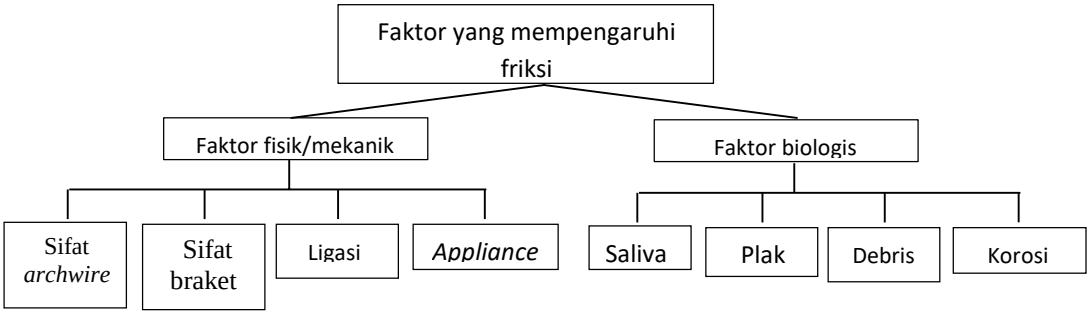
Binding adalah resistensi yang dibuat ketika ujung kawat melentur, kawat menyentuh tepi braket dan akan terjadi *binding*.

c. *Notching* (NO)

Notching adalah resistensi yang dibuat karena deformasi permanen dari kawat yang terjadi pada sudut kawat-braket. Gerakan gigi berhenti ketika kawat berlekuk menangkap sudut braket dan terus hanya ketika *notch* dilepaskan.

2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Friksi[20]

Perbedaan besarnya friksi dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor fisik atau mekanis dan faktor biologis (Tabel 1).



Gbr 2.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi friksi

a. Sifat *archwire*

1. Material *archwire*

Ada empat jenis *archwire* yang paling umum digunakan dalam ortodontik kontemporer adalah *Stainless steel*, paduan kobalt-kromium (Co-Cr), paduan Nikel-Titanium (Ni-Ti) dan paduan Titanium Molybdenum (TMA). Untuk mekanisme pegeseran yang efisien pada umumnya dan khususnya selama penutupan ruang, *archwire* yang berfungsi harus memiliki koefisien gesekan yang rendah. Kusy et al., meneliti korelasi antara kekasaran permukaan dan gesekan dari berbagai jenis *archwire* dan mengamati bahwa kawat *stainless steel* tampaknya memiliki paling sedikit kekasaran permukaan dan koefisien gesek di antara jenis *archwire* lainnya. Mereka juga mengamati bahwa di antara Co-Cr, NiTi dan TMA, Ni-Ti memiliki kekasaran permukaan terbesar tetapi koefisien gesekan lebih besar untuk TMA daripada untuk Ni-Ti karena kandungan titanium yang lebih tinggi.

2. Dimensi *Archwire* dan Penampang

Kusy et al., mengamati bahwa dimensi kawat meningkatkan gesekan karena kritis sudut kontak bertemu dengan jumlah tip yang lebih sedikit. Drescher et al., dan Nikolai et al., mengamati bahwa dimensi okluso-gingiva dari kawat adalah yang paling faktor kritis yang mempengaruhi gesekan.

b. Sifat Braket

1. Bahan braket

i. Braket logam

Braket *stainless steel* paling banyak digunakan dalam ortodontik. Braket *stainless steel* jika dibandingkan dengan semua kombinasi *archwire* akan menunjukkan jumlah gesekan terendah. Untuk mengatasi alergi nikel pada *stainless steel*, braket titanium telah diperkenalkan. Diamati bahwa braket titanium tidak hanya sebanding dengan *stainless steel* dalam hal resistensi gesekan tetapi juga biokompatibel.

ii. Braket estetik

Dengan meningkatnya tuntutan estetika pasien, telah diperkenalkan bahan keramik, plastik, alumina polikristalin, alumina kristal tunggal dan braket polikarbonat. Braket keramik polikristalin terbukti menghasilkan lebih banyak

gesekan daripada logam. Untuk mengatasi gesekan yang tinggi resistensi, braket keramik dengan *slot* logam telah terbukti menghasilkan gaya gesekan yang jauh lebih rendah

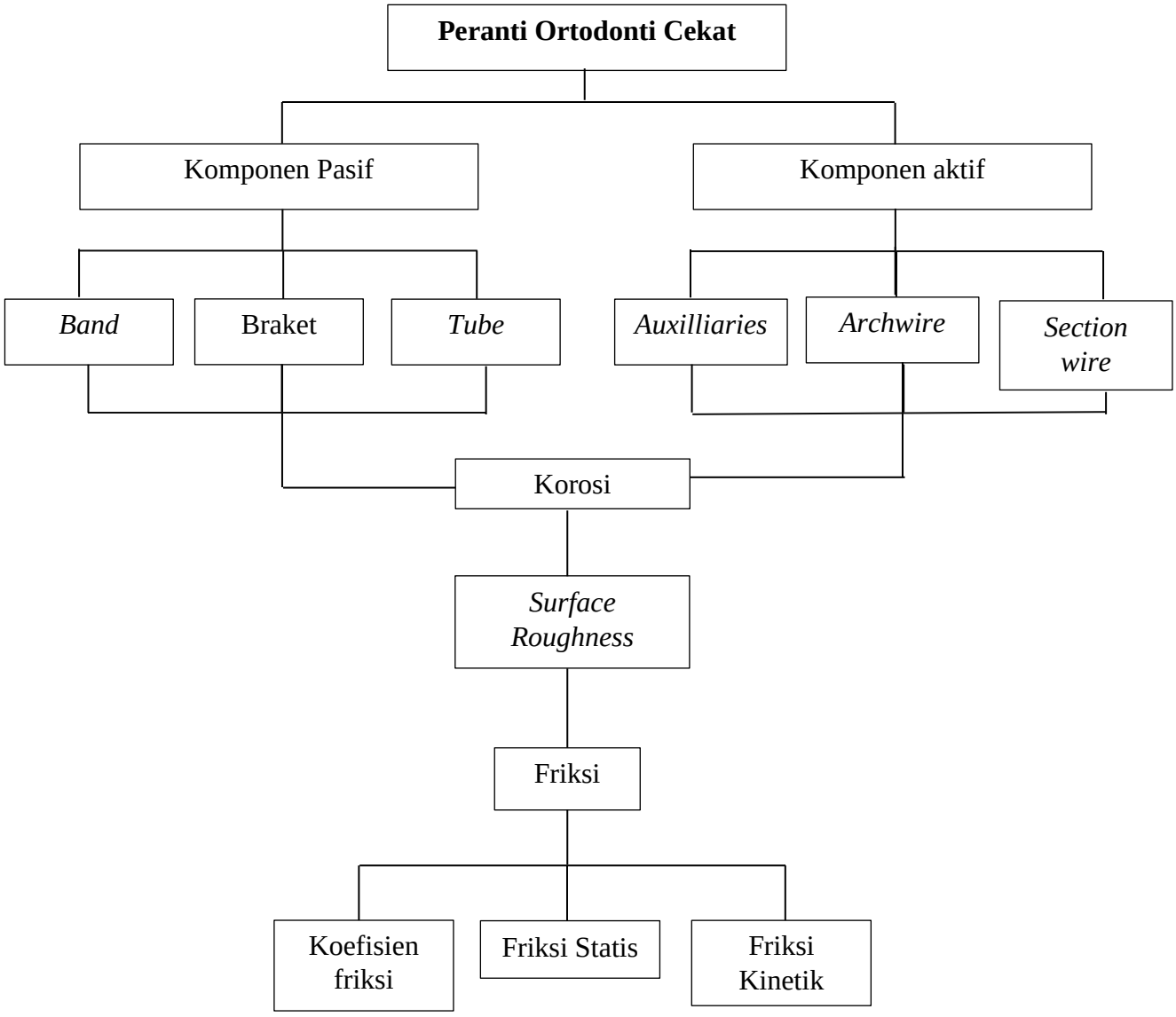
iii. Lebar Braket, Jarak Antar-braket, dan Ukuran *Slot*

Terlepas dari bahan *archwire* dan braket, faktor-faktor seperti lebar braket, rentang antar-braket dan ukuran *slot* juga memainkan peran penting dalam gesekan. Lebar praktis maksimum dari braket adalah sekitar setengah dari lebar mesio-distal gigi.

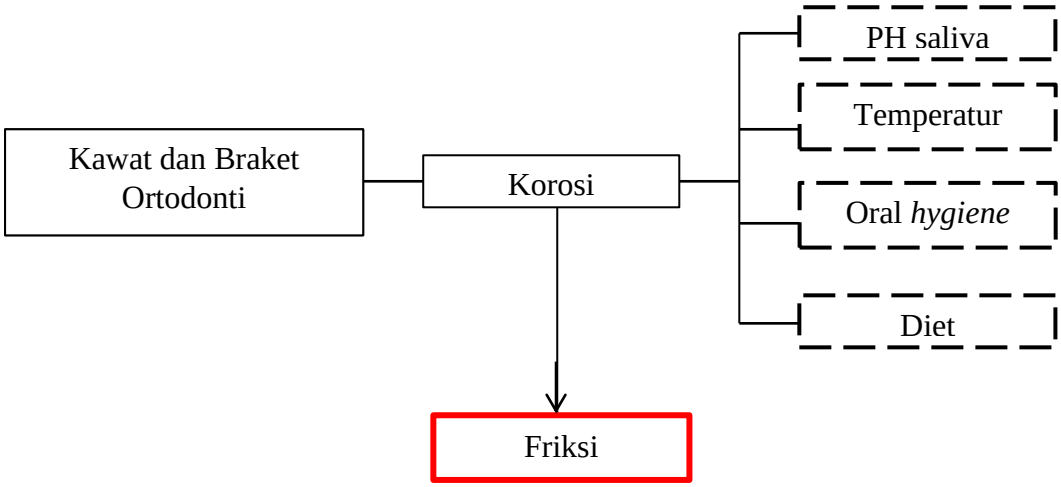
BAB III

KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP

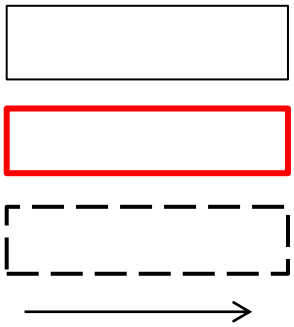
3.1 Kerangka Teori



3.2 Kerangka Konsep



Keterangan :



: variabel bebas

: variabel terikat

: variabel kendali

: mempengaruhi

3.3 Hipotesis

Terjadi peningkatan friksi akibat adanya korosi yang mengakibatkan degradasi dari permukaan braket.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode

Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis (*systematic review*) dengan menggunakan metode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) yang dilakukan secara sistematis dengan mengikuti tahapan atau protokol penelitian yang benar. Prosedur dari systematic Review ini terdiri dari beberapa langkah , yaitu :[21]

a. Menyusun *Background and Purpose* (latar Belakang dan tujuan)

Kajian sistematis dimulai dengan menentukan tujuan dan latar belakang mengapa studi tersebut dilakukan.

b. *Research Question*

Kajian sistematis didasarkan pada pertanyaan penelitian spesifik yang telah ditentukan sebelumnya. Pertanyaan yang dirumuskan dengan baik akan memandu banyak aspek dari proses peninjauan, termasuk menentukan kriteria kelayakan, mencari studi, mengumpulkan data dari studi termasuk, dan menyajikan temuan. Salah satu metode research question yaitu, PICO untuk studi kuantitatif yang terdiri dari populasi, jenis intervensi, cara kontrol, dan *outcome*.

c. *Searching for the literature*

Sebelum mencari literatur, tentukan terlebih dahulu kata kunci yang sesuai dengan studi. Pencarian literatur harus terdiri dari kombinasi istilah subjek yang dipilih dari kosa kata atau tesaurus dengan berbagai istilah sebanyak mungkin untuk mendapatkan catatan literatur yang relevan.

d. *Selection Criteria*

Untuk mendapat kriteria seleksi, kriteria seleksi tersebut harus berdasarkan *research question* yang telah ditentukan yang dikenal sebagai kriteria inklusi dan kriteria eksklusi.

e. *Practical Screen*

Setelah mengumpulkan beragam referensi dari tahapan *selection criteria*, kemudian dilakukan reduksi studi dengan membaca judul dan abstrak, setelah

memilah kesesuaian berdasarkan judul dan abstrak, kemudian reduksi studi dilakukan dengan membaca *full text*.

f. *Quality Checklist and Procedures*

Tahapan ini dilakukan pemeriksaan lebih lanjut dengan menilai kualitas studi yang terpilih.

g. *Data Extraction Strategy*

Setelah melakukan *Quality check*, kemudian dilakukan ekstraksi terhadap data-data yang diperlukan sesuai dengan *research question*.

h. *Data Synthesis Strategy*

Proses sintesis ini dilakukan yang menyatukan temuan-temuan dari serangkaian studi yang dimasukkan dengan tujuan untuk menarik kesimpulan berdasarkan pada *scientific evidence*.

4.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

4.2.1 Inklusi

Kriteria inklusi adalah kriteria yang apabila terpenuhi dapat mengakibatkan calon objek menjadi objek penelitian. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah :

a. Studi mempertimbangkan dan / atau mengukur gesekan dalam pergerakan gigi ortodontik menggunakan sistem *bracket / archwire* dalam kondisi yang berbeda.
b. Studi mengevaluasi aspek korosi yang mempengaruhi friksi
c. Artikel riset diambil sekurang-kurangnya 10 tahun.
d. Artikel riset harus berbahasa Inggris

4.2.2 Ekslusi

Kriteria eksklusi yaitu kriteria di luar kriteria inklusi. Kriteria eksklusi adalah kriteria yang apabila dijumpai menyebabkan objek tidak dapat digunakan dalam penelitian. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah :

a. Artikel riset yang tidak dalam bahasa Inggris
b. Adanya duplikasi artikel. Jika artikel merupakan duplikasi (terdapat lebih dari satu artikel dengan pengarang yang sama, judul, dan abstrak yang sama) namun dipublikasikan pada penerbit yang berbeda, maka akan dipilih artikel dengan tahun terbit lebih awal.

c. Artikel riset yang hanya diperoleh dalam bentuk abstrak atau dalam bentuk laporan dan jika keseluruhan data pada fulltext tidak dapat diakses.
d. Artikel berupa komentar dan ulasan (*review*).
e. Studi terkait dengan friksi ortodontik tetapi tidak terkait dengan korosi.
f. Studi mempertimbangkan kekuatan lain yang tidak dalam konteks friksi

4.3 Strategi Pencarian dan Seleksi Artikel Riset

Pencarian referensi artikel melalui *database* ScienceDirect, ResearchGate, Pubmed, Wiley, Scielo, Ajodo, Hindawi, Google Scholar, dan Scopus dilakukan untuk memperoleh literatur yang paling relevan dengan tujuan kajian ini. Keseluruhan kombinasi kata kunci yaitu (("*friction in ortohodontic") or ("corrosion in ortohodontic")) and (("Frictional force in orthodontic) or (Surface roughness in orthodontic")) and (("surface roughness") or ("saliva effect in bracket orthodontic") or ("surface roughness and friction"))* diterapkan pada pencarian tersebut.

4.4 *Quality Assessment*

Tujuan dari *quality assessment* ini adalah untuk menilai kualitas dari suatu studi. Faktor-faktor yang dipertimbangkan saat menilai kualitas studi ini adalah :

1. Apakah jumlah sampel dilaporkan?
2. Apakah ukuran sampel ditentukan berdasarkan power calculation?
3. Apakah kriteria eligibilitas dilaporkan?
4. Apakah penentuan grup ditentukan acak?
5. Apakah alokasi perawatan disembunyikan?
6. Apakah grup-grup tersebut sama dengan baseline untuk menentukan prognosis?
7. Apakah penyedia perawatan tidak diketahui (*blinded*)?
8. Apakah pasien tersebut tidak diketahui (*blinded*)?
9. Apakah *outcome assessor* tidak mengetahui alokasi pengobatan?
10. Apakah variabilitas disajikan pada data primer?
11. Apakah metode statistik dilakukan untuk membandingkan grup sudah tepat?
12. Apakah analisis dilakukan dengan intens?