

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Telaah Pustaka**

##### 1. Ortodonsi

Perawatan ortodontik adalah salah satu jenis perawatan yang dilakukan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan mendapatkan penampilan dentofasial yang menyenangkan secara estetika yaitu dengan menghilangkan susunan gigi yang berjejal, mengoreksi penyimpangan rotasional dan apikal dari gigi-geligi, mengoreksi hubungan antara insisal serta menciptakan hubungan oklusi yang baik (Bahirrah S, 2004).

##### 2. Alat Ortodontik Cekat

Alat mekanoterapi dibidang ortodonsia terbagi menjadi 2 yaitu alat lepasan dan cekat. Alat lepasan adalah alat yang dapat dipasang dan dilepas oleh pasien. Alat ini dapat memberikan hasil yang maksimal apabila di pakai terus menerus oleh pasien. Alat lepasan terdiri dari komponen aktif, retensif, penjangkaran dan lempeng akrilik. Alat mekanoterapi yang lain yaitu alat cekat adalah alat ortodontik yang dicekatkan pada bagian labial/bukal/lingual gigi tergantung sistem yang dipakai. Alat cekat merupakan alat yang hanya boleh dipasang dan dibuka oleh Dokter Gigi (Rahardjo<sup>b</sup>, 2009).

Komponen alat ortodontik cekat, yaitu: braket, kawat busur (*archwire*), cincin dan *tube* molar serta alat tambahan (*accessories*).

Breket merupakan perantara antara gigi dengan komponen aktif yaitu kawat busur dan alat tambahan. Kawat busur merupakan komponen yang dalam keadaan aktif menerapkan gaya untuk menggerakkan gigi sedangkan dalam keadaan pasif memungkinkan gigi menahan gaya yang tidak dikehendaki. (Tsui *et al*, 2001).

Alat ortodontik cekat dapat menghasilkan jenis pergerakan gigi, antara lain : (1) Pergerakan Tipping, adalah pergerakan gigi dimana gigi yang miring dapat ditegakkan dan gigi yang tegak dapat dimiringkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik serta oklusi yang harmonis sesuai bentuk lengkung gigi; (2) Pergerakan Rotasi adalah gerakan gigi berputar di sekeliling sumbu panjangnya; (3) Pergerakan *Bodily* adalah pergerakan translasi menyeluruh dari sebuah gigi ke posisi yang baru dengan semua bagian pergerakan translasi menyeluruh dari sebuah gigi ke posisi yang baru; (4) Pergerakan *Torque* adalah pergerakan akar gigi dengan hanya sedikit pergerakan mahkota; (5) Pergerakan Vertikal adalah pergerakan ini ada 2 jenis yaitu pergerakan ekstrusi dan intrusi, dimana kedua pergerakan ini memperoleh kekuatan dengan arah yang berlawanan (Bahirrah, 2004).

### 3. Sifat dan Karakteristik Kawat Ortodontik

#### a. *Springback*

Merupakan kecenderungan suatu kawat untuk kembali ke bentuk semula walaupun telah mengalami deformasi pada strukturnya. *Springback* juga disebut *elastic strain*. Nilainya dapat ditentukan

sesuai dengan besar gaya yang dilepaskan saat proses *unloading* (gaya deaktivasi) terhadap nilai konstanta modulus *Young* yang berbeda pada tiap jenis kawat. Semakin besar kemampuan *springback* suatu kawat, semakin besar kemampuan suatu kawat menghasilkan gaya *unloading* untuk menggerakkan gigi.

b. Kekakuan (*stiffness*)

Menentukan berapa besar gaya yang bisa dihasilkan kawat ortodontik saat diaplikasikan. Nilai kekakuan yang rendah berarti kemampuan untuk memberikan gaya dalam jumlah besar rendah dan gaya yang diberikan lebih bersifat ringan dan kontinu.

c. *Formability*

Kemampuan yang tinggi membuat kawat lebih mudah untuk dibengkokkan menjadi bentuk-bentuk *loops, coils* atau *stopper*.

d. *Modulus of Resilience* atau *stored energy* (MR)

Kemampuan suatu kawat untuk melepas energi saat diberi beban gaya, kemudian saat pemberian beban dihentikan (*unloading*), maka terkumpul lagi energi dengan jumlah yang sama seperti semula.

e. Biokompatibilitas terhadap jaringan mulut

Resistensi kawat ortodontik terhadap korosi dan adaptasi lingkungan di dalam rongga mulut sehingga kawat tidak mengalami kerusakan atau degenerasi material yang menyebabkan deformasi kawat secara mikroskopis.

f. *Joinability*

Kemampuan adaptasi kawat saat diberikan material tambahan atau bergabung dengan material lainnya melalui proses *welding* atau *soldering*.

g. Friksi

Merupakan tahanan terhadap gaya yang terjadi antara dua permukaan atau antara dua material yang saling bergesekan. Pada piranti ortodontik, gesekan antara lain terjadi pada kawat terhadap permukaan slot breket. Friksi yang besar diantara kawat dengan dasar slot breket dapat menyebabkan minim atau tidak pergerakan gigi. Namun friksi yang besar juga diperlukan pada fase tertentu dalam perawatan ortodontik (O'Brien, 2002).

4. Macam-macam Kawat Busur Ortodontik

Kawat busur yang digunakan di bidang kedokteran gigi bermacam-macam yaitu kawat busur yang awalnya terbuat dari emas, kemudian secara berurutan Stainles Steel, Nikel Kobalt Kromium, Beta Titanium, dan yang terakhir Nikel Titanium (Brantley *et al.*, 2001). Berdasarkan klasifikasi sistem logam campur pada kawat ortodontik terbagi menjadi tiga yaitu kawat busur yang terbuat dari Stainles Steel, Titanium (Beta Titanium dan Nikel Titanium), dan Nikel Kobalt Kromium (O'Brien, 2002).

a. Kawat Busur Stainles Steel (SS)

Berdasarkan struktur Kristal yang terbentuk oleh atom besi (Anusavice, 2003) membagi 3 tipe yaitu:

- 1) Logam campur stainless steel feritik
- 2) Logam campur stainless steel austenitik
- 3) Logam campur Stainles steel austenitik

b. Kawat Busur Titanium

Kawat busur titanium adalah salah satu bahan bukan logam mulia yang memiliki daya tahan yang baik terhadap korosi (Cabe, 1992; Graber, 2000).

1) Beta Titanium

2) Nikel Titanium

- a) Nikel Titanium adalah bahan logam campur awalnya mempunyai sifat *shape memory* yang tidak sempurna biasa disebut Nikel Titanium konvensional. Generasi berikutnya dibuat jenis Nikel Titanium yang mempunyai *shape memory* sempurna yaitu tipe pseudoelastik dengan modulus elastisitas rendah atau mempunyai daya lenting tinggi. Nikel Titanium tipe pseudoelastik berubah bentuk dari fase martensit menjadi fase austenit dan sebaliknya. Nikel Titanium stabil pada fase martensit saat temperature rendah maupun fase austenit saat temperature tinggi (Kussy, 1997; O'Brien, 2002; Tan *et al.*, 2002). Logam campur Nitinol (Nickel Titanium Naval

Ordnance Laboratory) dibagi menjadi 3 tipe yaitu : (a) Nikel Titanium; (b) Nikel Titanium pseudoelastik; (c) Nikel Titanium termoelastik (Kusy, 1997; O'Brien, 2002).

b) Titanium Molibdenum

Kawat Busur Kobalt Kromium Nikel (Elgiloy)

Kawat busur ortodontik Elgiloy tersedia dalam 4 tipe yaitu a. *soft*, b. *ductile*, c. *semi resilient*, dan d. *resilient* (Kusy, 1997; Anusavice, 2003).

1) *Soft (blue elgiloy)*

2) *Ductile (yellow elgiloy)*

3) *Semi resilience (green elgiloy)*

4) *Resilience (red elgiloy)*

c. Kawat Busur Nikel Titanium

Nikel titanium adalah suatu bahan logam campur, mempunyai sifat *shape memory* dan superelastik. Karakteristik nikel titanium yang menghubungkan antara perubahan bentuk secara bolak balik pada 2 fase austenit dan martensit (O'Brien, 2002; Tan *et al*, 2002).

Menurut Phillips (1991) kawat busur nikel titanium mempunyai sifat mekanis yaitu modulus elastis 41,4 Gpa, kekuatan luluh 427 Mpa dan kekuatan tarik optimalnya 1489 Mpa. Sifat ini artinya kawat busur nikel titanium menghasilkan tekanan ortodontik yang kecil. Memiliki daya lenting dan kekuatan yang tinggi mempengaruhi wilayah kerja kawat busur atau defleksi elastik yang tinggi.

Logam campur nikel titanium dapat dikategorikan menjadi 3 tipe logam yaitu:

- 1) Nikel Titanium Konvensional : Akhir tahun 1960 logam campur nikel titanium dikembangkan dan dilakukan penelitian oleh angkatan udara ditemukan tipe baru yang mempunyai *shape memory effect* (SME). Nikel titanium konvensional ini mempunyai komposisi nikel 50% dan titanium 50% (Kusy, 1997; O'Brien, 2002)

Menurut Burstone *et al* (1985) mengatakan bahwa kawat busur nikel titanium pada saat temperatur 60° C akan terjadi peningkatan daya lenting atau kekakuannya menurun. Chen *et al* (1992) mengatakan bahwa temperatur tinggi tidak cocok perawatan ortodontik. Temperatur tinggi akan mempengaruhi efek *shape memory* pada kawat busur nikel titanium.

- 2) Nikel Titanium Pseudoelastik
- 3) Nikel Titanium Termoelastik

Kawat nikel titanium menjadi populer karena sifat superelastisitas dan *shape memory* (Gurgel *et al*, 2011; Muraviev *et al*, 2001; Kapila *et al*, 1991; Andreasen *et al*, 1972). Sifat superelastis dari kawat nikel titanium dapat dilihat dari proses *load deflection*. Memiliki elastisitas yang tinggi berarti ketika kawat diberi beban akan terjadi defleksi. Ketika beban tersebut dihilangkan, kawat tersebut akan kembali ke bentuk semula, pada

saat ini kawat akan mentransmisikan gaya yang didistribusikan ke area dentoalveolar sehingga terjadi pergerakan gigi. Beberapa ahli menyebutkan ini sebagai *pseudoelastis*. Sifat superelastis dan *shape memory* sangat bergantung pada kestabilan *crystallography* (susunan kristal) atom-atom pembentuk kawat (Kusy, 1997; Santoro *et al*, 2001).

Kawat nikel titanium apabila diberi beban gaya atau berada pada kondisi dibawah nilai temperatur transisi, akan mengalami perubahan fase menjadi fase martensit. Pada fase martensit ini akan terjadi perubahan nilai modulus elastisitas kawat (kekakuan kawat), *yield strength* dan resisten elektrik. Fase ini memiliki bentuk kristal *hexagonal lattice*. Pada fase ini juga, akibat pemberian gaya, akan terjadi perubahan bentuk struktur kristal tanpa ada perubahan bentuk kawat secara makroskopis. Proses ini ini disebut perubahan dari fase *twinned martensite* menjadi *detwinned martensite*. Akibat perubahan ini kawat menjadi lebih lentur namun mudah mengalami deformasi yang permanen dibandingkan pada fase austenit (Jorma, 2011; Otto *et al*, 1999; Thompson, 2009)

Kawat pada fase martensit akan berubah kembali ke bentuk awalnya yaitu fase austenit apabila kawat dipanaskan dengan temperatur diatas nilai temperatur transisi (pemanasan suhu rongga mulut 37° C). Sifat unik kawat nikel titanium yang

mengalami perubahan fase oleh karena perubahan temperatur ini disebut sebagai sifat *shape memory*. Mekanisme ini terjadi pada kawat nikel titanium tipe *head activated* (Jorma, 2011; Muira *et al*, 1986; Otto *et al*, 1999; Thompson, 2009).

#### 5. Sifat Termal Kawat Busur Nikel Titanium

Efek temperatur terhadap bahan logam sebagai penghantar temperatur atau konduksi yaitu ukuran suatu bahan logam dapat dialiri suatu suhu. Salah satu sifat bahan logam adalah kemampuan bahan logam dalam menyimpan temperatur (Shukor, 2011)

Menurut Santoro *et al* (2000) kawat busur nikel titanium pada penggunaan praktek di klinik paling favorit karena mempunyai daya lenting dan kekuatan besar.

#### 6. Kekuatan yang Mengenai kawat busur Nikel Titanium

- a. *Strain*: adalah apabila suatu benda diberi gaya atau beban dari luar akan terjadi perubahan dimensi benda tersebut (Combe, 1992).
- b. *Stress*: adalah gaya internal perluas permukaan suatu bahan, gaya ini sama besar tetapi berlawanan arah dengan gaya yang diberi perluas permukaan (Combe, 1992)

Sifat mekanik dan termal pada kawat busur nikel titanium bahwa suatu beban mempunyai sifat kaku (*stiffness*) apabila diberi tekanan atau tekukan atau beban dari luar berupa stress ataupun strain akan mengalami perubahan sifat karena suatu bahan memiliki batas kemampuan untuk beradaptasi. Batas kemampuan suatu logam atau derajat ketangguhan

apabila melebihi beban akan terjadi patah atau fraktur. Sifat lain dari bahan logam khususnya kawat busur nikel titanium adalah adanya temperatur. Suatu bahan logam bila dikenai temperatur akan berubah sifat bahan tersebut, berubah bentuk, ukuran dan daya lenting karena kemampuan bahan logam dalam menyerap temperatur (Shukor, 2011; Combe, 1992)

Kawat busur nikel titanium mempunyai kekakuan *stiffness* rendah daya lenting baik sekali dan keuletan yang jelek. Melihat sifat mekanik kawat busur ortodontik nikel titanium karena mempunyai kekuatan rendah dan bersifat lentur dan memiliki daya lenting tinggi sehingga mudah menerima tekanan tanpa kekuatan tekan yang besar, pasien tidak merasakan sakit bila diaplikasikan kedalam perawatan ortodontik (Setiowati, 2011).

## 7. Manipulasi Kawat Busur Ortodontik.

Manipulasi kawat busur Ortodontik ada 3 macam :

### a. *Heat Treating*

Proses menggunakan energi panas untuk merubah karakteristik dari logam sesuai dengan sifat intrinsic (kekakuan kawat busur) yang diinginkan. Tiga tahap yang terjadi dalam proses ini, yaitu : tahap pertama adalah *recovery* pada tahap ini terjadi pelepasan tegangan pada logam akibat dari pembengkokan kawat busur sehingga menjadi lebih kaku. Tahap kedua adalah *rekristalisasi*, sudah terjadi perubahan pada mikrostruktur dari logam dan sifat keuletan logam kembali

seperti semula, logam cenderung untuk lebih lunak. Tahap ketiga adalah *grain growth*, sifat struktur logam sudah berubah sama sekali sehingga logam menjadi lebih lunak lagi, contohnya pada kawat Nikel Titanium (Anusavice, 2003).

b. *Soldering*

Proses penyambungan 2 logam dengan memakai perantara logam. Logam macam solder yang biasa digunakan yaitu *silver solder* dan *gold solder*. Tidak dapat dilakukan penyolderan pada logam-logam yang reaktif seperti Nikel, Titanium, dan Zinc karena pada temperature solder yang tinggi akan memiliki aktivitas yang kuat terhadap gas O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub> sehingga menjadi getas (Anusavice, 2003).

c. *Welding*

Proses penyambungan atau penyatuan dua logam atau lebih dengan atau tanpa tekanan dan dapat memakai atau tidak memakai perantara logam lain. Biasa dilakukan di klinik Ortodontik adalah dengan *spot welding* dan *soldering*. *Spot welding* adalah proses penyambungan 2 logam dengan kombinasi antara panas dan tekanan. Panas yang timbul berasal dari arus listrik tegangan rendah yang mempunyai tahanan tertentu. Suatu logam mudah dilakukan proses *welding* jika memiliki tahanan listrik, *thermal conductivity* yang rendah sehingga panas yang timbul akan terlokalisir pada temperatur cair yang rendah sehingga waktu yang diperlukan lebih cepat, diklinik pada pembuatan *circle hook*, *tube* pada *molar band*, contohnya pada kawat Elgiloy (Kobalt

Kromium Nikel Titanium), TMA (*Titanium Molybdenum Alloy*) dan kawat Stainles Steel (Anusavice, 2003).

8. Temperatur pada Minuman Dingin yang Dikonsumsi Pasien

Berdasarkan penelitian, terdapat dua suhu yang berbeda yaitu air panas 60° C dan air dingin 0° C, akan tetapi kedua suhu tersebut tidak dipertahankan lama di dalam mulut karena kemampuan permukaan gigi hanya berkisar antara 15° C- 45° C (Genova, 1985).

9. Pengaruh Temperatur Terhadap Daya Lenting Kawat Busur.

Pengaruh temperatur terhadap kawat busur adalah secara umum kawat busur akan mengalami perubahan daya lenting, hal ini disebabkan karena kawat busur terbuat dari logam yang bersifat konduksi atau pengantar panas yang baik dan dapat menyimpan panas (Shukor, 2011). Daya lenting pada kawat busur atau logam dipengaruhi oleh perubahan temperatur. Dibuktikan semakin tinggi temperatur yang mengenai kawat busur mengalami peningkatan daya lenting (Octoviawan, 2010).

Octoviawan (2010) dalam artikelnya mengatakan bahwa suatu material apabila pada temperatur tinggi maka sifatnya akan *ductile* (ulet), sedangkan pada temperatur rendah maka yang terjadi material tersebut cenderung *brittle* (rapuh). Fenomena tersebut berkaitan dengan vibrasi atom-atom pada temperatur yang berbeda dimana pada temperatur kamar vibrasi dalam keadaan seimbang.

## B. Landasan Teori

Alat ortodontik adalah alat yang di cekatkan pada bagian labial/bukal/lingual gigi tergantung sistem yang dipakai. Alat cekat merupakan alat yang hanya dapat dilepas dan pasang oleh dokter gigi.

Komponen alat ortodontik cekat berupa braket, kawat busur (*archwire*), cincin dan *tubemolar* serta alat tambahan (*accessories*). Braket adalah perantara antara gigi dengan komponen aktif yaitu kawat busur dan alat tambahan. Sedangkan kawat busur adalah komponen yang dalam keadaan aktif menerapkan gaya untuk menggerakkan gigi sedangkan dalam keadaan pasif memungkinkan gigi menahan gaya yang tidak dikehendaki.

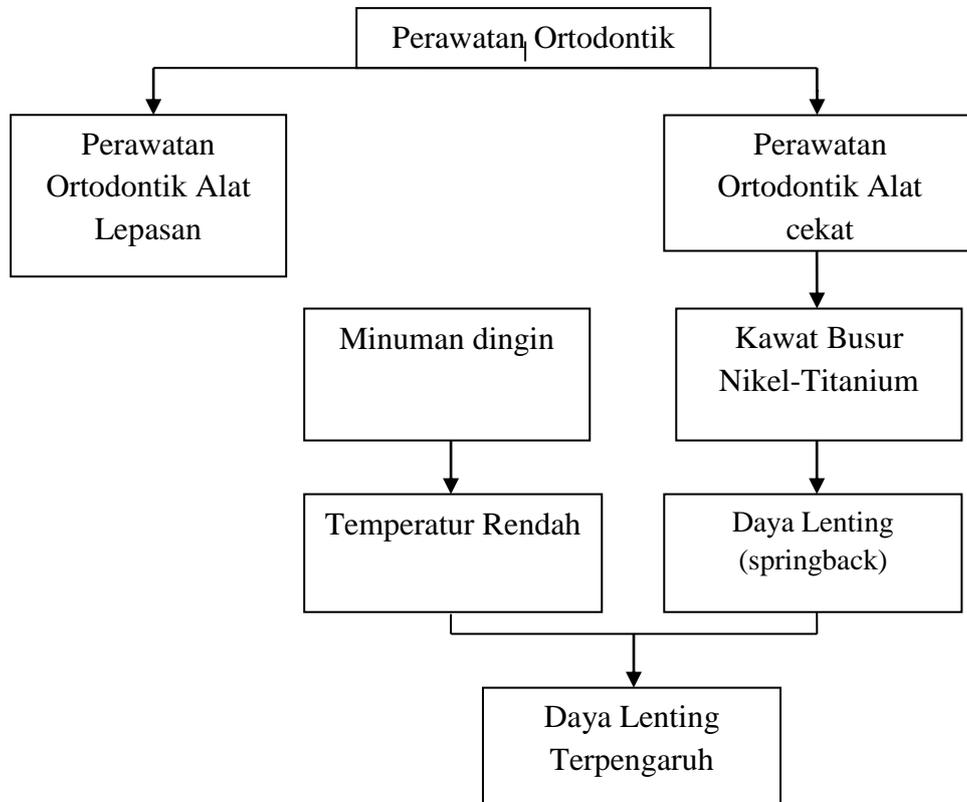
Kawat busur dalam ortodontik memiliki banyak macam, salah satunya adalah kawat busur nikel titanium. Kawat nikel titanium memiliki sifat unik yaitu *shape memory* dan *superelastis*. Sifat *shape memory* berikatan erat dengan perubahan temperatur, sementara sifat *superelastis* lebih pada kemampuan kawat menahan regangan agar tidak terjadi deformasi. Kawat busur nikel titanium memiliki daya lenting yang baik sekali, bersifat lentur, dan mempunyai kekakuan yang rendah.

Tipe logam campur nikel titanium dapat digolongkan menjadi 3, yaitu: nikel titanium konvensional, titanium pseudoelastik dan nikel titanium termoelastik. Nikel titanium konvensional contohnya adalah kawat nikel titanium produk Amerika yang memiliki *working range* yang lebih baik dari nitinol. Kawat nikel titanium dipilih karena mempunyai daya lenting dan kekuatan besar.

Temperatur dapat mempengaruhi kawat busur, karena secara umum kawat busur akan mengalami perubahan daya lenting bila terpapar oleh suhu yang lebih rendah atau tinggi. Hal ini disebabkan karena kawat busur terbuat dari logam yang bersifat konduksi atau pengantar panas yang baik dan dapat menyimpan panas.

Temperatur berpengaruh dalam perubahan partikel-partikel atom, apabila terkena temperatur panas bentuk partikel atom yang semula berbentuk bulat menjadi pipih sehingga apabila terkena temperatur dingin akan cenderung *brittle*(rapuh).

### C. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

#### **D. Hipotesis**

Berdasarkan latar belakang masalah dan landasan teori disusun hipotesis sebagai berikut:

Temperatur 15° C mempengaruhi daya lenting kawat busur nikel titanium.