



UNIVERSITAS INDONESIA

**AKURASI *TORQUE* BRAKET MBT SLOT0,022”PADA
BEBERAPA PRODUK ORTODONTI
(EVALUASI *SCANNING ELECTRON MICROSCOPY*)**

TESIS

**GRAHITA ADITYA
NPM: 0906600983**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM SPESIALIS ORTODONTI
JAKARTA
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**AKURASI *TORQUE* BRAKET MBT SLOT 0,022" PADA
BEBERAPA PRODUK ORTODONTI
(EVALUASI *SCANNING ELECTRON MICROSCOPY*)**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Spesialis Ortodonti

**GRAHITA ADITYA
NPM: 0906600983**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
PROGRAM SPESIALIS ORTODONTI
JAKARTA
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Grahita Aditya

NPM : 0906600983

Tanda tangan : 

Tanggal : 27 Juni 2012

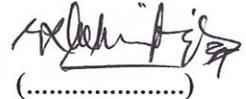
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Grahita Aditya
NPM : 0906600983
Program Studi : Spesialis Ortodonti
Judul Tesis : Akurasi *Torque* Braket MBT Slot 0,022” Pada
Beberapa Produk Ortodonti (Evaluasi *Scanning
Electron Microscopy*)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Spesialis pada Program Studi Ortodonti, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia

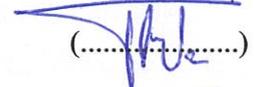
DEWAN PENGUJI

Pembimbing I/Penguji : drg. Erwin Siregar, Sp.Ort(K)



(.....)

Pembimbing II/Penguji : drg. Fadli Jazaldi, Sp.Ort



(.....)

Penguji : Prof. Dr. Faruk Hoesin, drg, MDS, Sp.Ort(K)



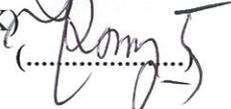
(.....)

Penguji : drg. Krisnawati, Sp.Ort(K)



(.....)

Penguji : drg. Nia Ayu Ismaniati, MDSc, Sp.Ort(K)



(.....)

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 27 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan ridho-Nya saya dapat menyelesaikan pendidikan Dokter Gigi Spesialis Ortodonti yang merupakan suatu pengalaman proses pembelajaran dan pendidikan kedokteran gigi yang sangat berharga.

Penulisan tesis ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Spesialis Ortodonti, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Indonesia, yang dapat terselesaikan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak. Saya ingin mengucapkan terima kasih dan memberikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. drg. Erwin Siregar, Sp.Ort(K) dan drg. Fadli Jazaldi, Sp.Ort selaku pembimbing, saya mengucapkan banyak terima kasih atas asupan pengetahuan dan kebijaksanaan untuk menjadikan tesis ini semakin baik.
2. Tim penguji yang terdiri dari Prof. Dr. Faruk Hoesin, drg, MDS, Sp.Ort(K), drg. Krisnawati, Sp.Ort(K), dan drg. Nia Ayu Ismaniati, MDSc, Sp.Ort(K), saya haturkan terima kasih atas saran dan masukan untuk tesis ini.
3. drg. Krisnawati, Sp.Ort(K) selaku Kepala Departemen Ortodonti, dan Dr. Miesje Karmiati Purwanegara, drg, SU, Sp.Ort(K) selaku Koordinator Pendidikan, serta seluruh staf pengajar Departemen Ortodonti FKG UI yang tanpa lelah dan penuh kesabaran telah berkenan membagi pengetahuan dan keterampilan sejak saya mengikuti program pendidikan ini.
4. Rizka Rahmawati, istri saya tercinta dan Shaquilla Kahlesti Ghozali, buah hati kami, yang selalu berbagi doa, kasih sayang, tawa, dan canda, menambah makna dalam hidup saya.
5. Bapak, mamah, dan kakak-kakak saya tercinta, atas doa, cinta, dan dukungan yang selalu diberikan. Tiada kata yang mampu diutarakan untuk mengungkapkan arti keberadaan bapak, mamah dan kakak-kakak bagi saya.
6. Teman-teman PPDGS Ortodonti, khususnya sahabat seperjuangan angkatan 2009, Sigit, Rafi, Herlia, Alfi, Lusi, Ririt, Luna, Poetrie, Widya, Marini dan

Eriza atas kebersamaan, keceriaan, silaturahmi, keikhlasan dan semangat yang luar biasa dalam melewati masa-masa pendidikan.

7. Semua pihak yang telah membantu selama proses pengerjaan dan penulisan tesis ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu. Semoga amal kebaikan Bapak, Ibu serta saudara sekalian mendapat balasan yang melimpah dari Allah SWT.

Saya menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan masukan dari pembaca sangat saya harapkan. Akhir kata, saya berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kita semua. Amin

Jakarta, 27 Juni 2012

Grahita Aditya

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Grahita Aditya
NPM : 0906600983
Program Studi : Spesialis
Departemen : Ortodonti
Fakultas : Kedokteran Gigi
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Akurasi *Torque* Braket MBT Slot 0,022” Pada Beberapa Produk Ortodonti (Evaluasi *Scanning Electron Microscopy*)

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 27 Juni 2012

Yang menyatakan



(Grahita Aditya)

ABSTRAK

Nama : Grahita Aditya
Program Studi : Ortodonti
Judul : Akurasi *Torque* Braket MBT Slot 0,022” Pada Beberapa Produk Ortodonti (Evaluasi *Scanning Electron Microscopy*)

Straight Wire Appliance (SWA) merupakan sebuah sistem perawatan ortodonti yang dirancang untuk memperoleh *in-out*, inklinasi dan angulasi akhir gigi-geligi yang ideal. Perbedaan sudut *torque* dan nilai preskripsi akan mempengaruhi inklinasi akhir gigi-geligi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi *torque* braket MBT slot 0,022” yang beredar di Indonesia. Penelitian dilakukan menggunakan SEM terhadap sudut *torque* antara basis braket dengan dasar slot braket kaninus atas pada 3 produk ortodonti setelah diposisikan tegak lurus optik. Uji statistik menyatakan terdapat perbedaan signifikan antara braket Agile Abzil 3M Unitek (-3,69°) dan Versaden (-3,85°) dengan preskripsi (-7°), namun tidak terdapat perbedaan signifikan antara braket Ormco (-7,68°) dengan preskripsi.

Kata kunci : *torque*, akurasi, MBT, Indonesia

ABSTRACT

Name : Grahita Aditya
Study Program : Orthodontic
Title : Slot .022” MBT Bracket Torque Accuracy (Evaluation of Scanning Electron Microscopy)

Straight Wire Appliance (SWA) was designed to facilitate ideal in-out, inclination and angulation of the teeth. Variations between actual bracket torque values and prescription values are considered essential to providing proper tooth inclination. This study aims to determine the accuracy of the slot.022" MBT brackets marketed in Indonesia. The measurement was conducted using the SEM to the torque angle between the base of bracket and slot. Statistical analysis indicated significant differences between Agile Abzil 3M Unitek (-3.69°) and MBT prescription (-7°), as also Versaden (-3.85°). No significant differences found between the Ormco bracket (-7.68°) and MBT prescription.

Keywords: torque, accuracy, MBT, Indonesia

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas	ii
Halaman Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk Kepentingan Akademis	vi
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sistem Preadjusted	5
2.1.1. Straight-Wire Appliance	8
2.1.2. Roth	11
2.1.3. MBT	13
2.1.4. Sistem Preadjusted lainnya	16
2.2. Torque	17
2.3. Kerangka Teori	25
BAB 3. KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS	27
3.1. Kerangka Konsep	27
3.2. Hipotesis	27
3.3. Variabel Penelitian	27
3.4. Definisi Operasional	27
BAB 4. METODE PENELITIAN	29
4.1. Desain Penelitian	29
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian	29
4.3. Sampel Penelitian	29
4.4. Kriteria Sampel Penelitian	29
4.5. Besar Sampel	29
4.6. Bahan dan Alat	30
4.7. Cara Kerja	31
4.8. Alur Penelitian	34
BAB 5. HASIL PENELITIAN	36
BAB 6. PEMBAHASAN	41
BAB 7. SIMPULAN DAN SARAN	44
DAFTAR REFERENSI	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Preskripsi SWA versi standar.....	10
Tabel 2.2. Preskripsi Roth asli (<i>original</i> Roth)	11
Tabel 2.3. Preskripsi MBT	14
Tabel 2.4. Preskripsi Alexander	15
Tabel 2.5. Preskripsi Bioprogressive.....	16
Tabel 2.6. <i>Play</i> yang terjadi antara kawat dengan slot braket.....	19
Tabel 2.7. <i>Play</i> yang terjadi pada berbagai kawat pada slot braket 0,022”.....	20
Tabel 2.8. <i>Play</i> yang terjadi pada berbagai kawat pada slot braket 0,018”.....	20
Tabel 2.9. Perbedaan besar sudut <i>torque</i> braket pada beberapa sistem	21
Tabel 5.1. Nilai rerata besar sudut <i>torque</i> braket Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden hasil pengukuran	33
Tabel 5.2. Uji One-Sample T test hasil pengukuran besar sudut <i>torque</i> braket Agile 3M Unitek, Ormco, Versaden dan besar preskripsi sudut <i>torque</i> braket MBT (nilai yang ditetapkan sebesar -7°)	33
Tabel 5.3. Uji One Way ANOVA terhadap hasil pengukuran besar sudut <i>torque</i> braket Agile 3M Unitek, Ormco, Versaden	34
Tabel 5.4. Analisa Benferroni terhadap hasil pengukuran besar sudut <i>torque</i> braket Agile 3M Unitek, Ormco, Versaden	35

DAFTAR GAMBAR

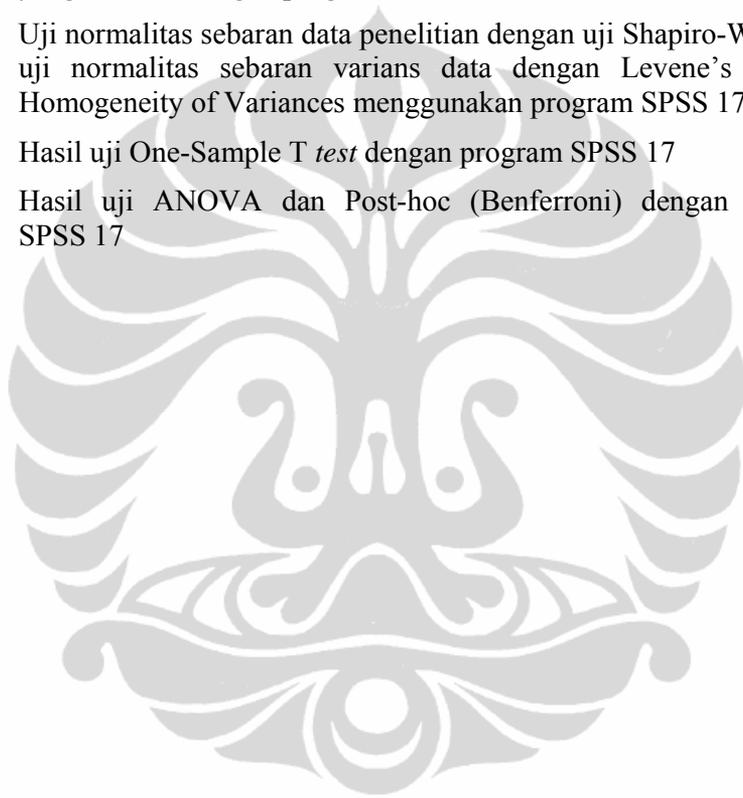
Gambar 2.1.	Braket dan pin <i>Ribbon Arch</i>	5
Gambar 2.2.	Angulasi mahkota gigi dihitung dari garis tegak lurus permukaan insisal/oklusal gigi	8
Gambar 2.3.	Gigi dengan angulasi akan membutuhkan ruang lebih banyak daripada gigi yang tegak.....	8
Gambar 2.4.	Inklinasi anterior yang terlalu tegak dapat menyebabkan ‘ <i>improper occlusion</i> ’	9
Gambar 2.5.	<i>Spacing</i> dapat terjadi jika inklinasi anterior kurang baik	9
Gambar 2.6.	Efek roda kereta (<i>wagon wheel effect</i>)	9
Gambar 2.7.	Angulasi pada SWA versi standar dapat membawa akar gigi kaninus terlalu berdekatan dengan akar gigi premolar pertama..	13
Gambar 2.8.	<i>Torque</i> MBT pada insisif mandibula lebih negatif dibanding SWA versi standar menyebabkan akar gigi insisif lebih ke labial	13
Gambar 2.9.	<i>Torque</i> MBT pada molar maksila akan mengurangi interferensi tonjol palatal pada pergerakan mandibula	13
Gambar 2.10.	Posisi premolar dan molar mandibula paska perawatan MBT lebih tegak dibandingkan dengan SWA versi standar	13
Gambar 2.11.	Angulasi pada MBT membuat jarak akar gigi anterior lebih berjauhan dengan akar gigi molar	14
Gambar 2.12.	Tekanan awal pada gerakan <i>torque</i> terjadi pada sepertiga tengah akar	17
Gambar 2.13.	Hyalinisasi, resorpsi akar dan perbaikan resorpsi minor oleh sel sementum, a. Area yang mengalami tekanan pada gerakan <i>torque</i> dengan gaya besar (100 cN), A. Ligamen periodontal yang tertekan, B. Resorpsi <i>undermining</i> , C. Resorpsi akar minor, b. Area yang mengalami tekanan pada gerakan <i>torque</i> dengan gaya kecil (50 cN), A. Garis batas dentin dengan sel sementum, B. Sementoblas.....	17
Gambar 2.14.	<i>Play</i> yang terjadi antara kawat 0,019”x.0,025” pada slot braket 0,022	18
Gambar 2.15.	<i>Play</i> pada angulasi mencapai hampir 0° pada kawat dengan lebar yang mendekati ukuran slot.....	18
Gambar 3.1.	Titik B1 dan B2	26
Gambar 3.2.	Titik C1 dan C2	26
Gambar 4.1.	<i>Scanning Electron Microscope</i>	28

Gambar 5.1. Hasil *Scanning* pada braket (a) Agile 3M Unitek, (b)Ormco,
(c) Versaden 32



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Persiapan dan pengukuran sampel
- Lampiran 2. Data hasil pengukuran sampel pada 2 hari yang berbeda (test dan retest)
- Lampiran 3. Hasil uji paired T test terhadap 2 kali pengukuran sampel pada hari yang berbeda dengan program SPSS 17
- Lampiran 4. Uji normalitas sebaran data penelitian dengan uji Shapiro-Wilks dan uji normalitas sebaran varians data dengan Levene's Test of Homogeneity of Variances menggunakan program SPSS 17
- Lampiran 5. Hasil uji One-Sample T *test* dengan program SPSS 17
- Lampiran 6. Hasil uji ANOVA dan Post-hoc (Benferroni) dengan program SPSS 17



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Straight Wire Appliance (SWA) merupakan sebuah sistem perawatan ortodonti yang dirancang oleh Andrews untuk meminimalisasi penekukan kawat dengan tujuan memperoleh *in-out*, inklinasi dan angulasi akhir gigi-geligi yang ideal. Basis braket SWA memiliki ketebalan tertentu dan sudut pada permukaan, serta sudut pada slot braket. Walaupun preskripsi braket telah tersedia di dalam sistem SWA, namun terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tercapainya *in-out*, inklinasi dan angulasi akhir gigi-geligi, antara lain bentuk permukaan bukal gigi, penempatan braket, aneka ragam proses pembuatan braket, *play* antara braket dan kawat, desain braket, sifat bahan braket dan kawat, dan ketepatan angulasi dan *torque* dari braket sebagai produk manufaktur dari berbagai industri.¹

Angulasi merupakan putaran mahkota dan akar baik arah mesial maupun distal sejajar dengan garis oklusi. Angulasi braket relatif terhadap sumbu axis gigi merupakan komponen penting dalam mencapai paralel akar gigi (*root paraleling*). *Torque* merupakan inklinasi mahkota atau akar gigi tegak lurus terhadap garis oklusi. *Torque* juga dapat didefinisikan sebagai putaran (*twisting*) baik arah fasial maupun lingual pada sumbu mesiodistal gigi. Hal ini didapatkan dengan meletakkan kawat persegi tanpa tekukan maupun puntiran pada slot braket, sedangkan pada sistem Edgewise *torque* diperoleh dengan melakukan *third-order bend*.²⁻⁷

Besarnya sudut dan bidang pergerakan *torque*, angulasi, *in-out* dan anti rotasi telah tersedia di dalam braket sistem *preadjusted*, sehingga mengurangi kebutuhan penekukan kawat dan menambah keakuratan *torque*. Tersedianya *torque* dan angulasi pada braket akan mengurangi waktu duduk (*chair time*) pasien karena operator tidak perlu melakukan *second-order bend* pada kawat untuk memposisikan mesiodistal akar supaya tegak dan paralel. Tercapainya *torque* dan angulasi gigi yang ideal berperan besar terhadap stabilitas perawatan, estetik, dan oklusi yang baik.^{1-4, 6-8}

Torque dan angulasi dalam braket berperan dalam merubah inklinasi dan angulasi gigi. Inklinasi bukolingual berkaitan erat dalam kestabilan hasil perawatan dan terciptanya hubungan oklusal yang baik. Perubahan inklinasi bukolingual mahkota ini dipengaruhi oleh kekakuan, desain braket, dimensi kawat, *play* yang terjadi antara slot braket dan kawat, dan deformitas pada braket. *Torque* pada sistem *preadjusted* juga dipengaruhi oleh tipe ligasi yang digunakan, apakah menggunakan elastomerik atau kawat ligatur.^{1-4, 6-8}

Penelitian Streva, dkk, 2010, terhadap braket *stainless steel* menyatakan terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai hasil pengukuran *torque* 3 merek braket dan preskripsi yang tercantum. Perbedaan nilai *torque* tersebut dapat mempengaruhi posisi bukolingual gigi pada akhir perawatan. Beberapa penelitian tentang akurasi tinggi slot braket dari beberapa produk ortodonti, menyatakan bahwa terdapat selisih slot braket yang berkisar antara 0,0178"-0,0237" dengan ukuran tinggi slot braket yang tercantum dalam kemasan produknya. Hal ini dapat mempengaruhi ekspresi *torque* yang terjadi pada gigi. Penelitian Klourtsis cit. Gioka, 1992, pada 4 merek braket *ceramic* yang beredar di Amerika membuktikan adanya perbedaan *torque* braket 1°-1,5° (5%-10%) dengan nilai preskripsi yang dicantumkan.^{1, 4, 8, 9}

Saat ini banyak beredar berbagai produk braket di Indonesia dengan berbagai preskripsi, namun belum pernah dilakukan penelitian mengenai akurasi *torque* braket yang beredar di Indonesia, dan penelitian mengenai akurasi produk braket *preadjusted* secara global juga belum banyak dilakukan. Klinik spesialisik Ortodonti Universitas Indonesia merupakan salah satu klinik pendidikan Indonesia yang banyak menggunakan braket dengan preskripsi MBT. Penulis terdorong untuk melakukan penelitian tentang akurasi *torque* pada braket berbahan metal pada sistem Straight Wire dengan preskripsi MBT, dan membandingkan antara akurasi *torque* beberapa braket yang beredar di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah *torque* yang tersedia pada braket Agile 3M Unitek, Ormco, dan Versaden slot 0,022" sesuai dengan preskripsi MBT?
2. Apakah terdapat perbedaan *torque* di antara braket Agile 3M Unitek, Ormco, dan Versaden slot 0,022" dengan preskripsi MBT?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui akurasi *torque* produk braket Agile 3M Unitek, Ormco, dan Versaden slot 0,022” dengan preskripsi MBT yang beredar di Indonesia
2. Untuk mengetahui adanya perbedaan akurasi *torque* antara produk braket Agile 3M Unitek, Ormco, dan Versaden slot 0,022” dengan preskripsi MBT yang beredar di Indonesia
3. Untuk mengetahui produk braket yang memiliki akurasi *torque* paling mendekati nilai preskripsi

1.4. Manfaat Penelitian

Bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya ortodonti dan institusi pendidikan

1. Memberi informasi baik kepada Departemen Ortodonti FKG-UI, ortodontis maupun manufaktur tentang sudut *torque* braket sebenarnya dari produk Agile 3M Unitek, Ormco, dan Versaden slot 0,022” yang beredar di Indonesia
2. Memberi informasi produk braket mana yang memiliki akurasi *torque* paling mendekati nilai preskripsi

Bagi manufaktur produk ortodonti

Sebagai bahan evaluasi manufaktur produk braket terhadap akurasi dan kualitas produknya, terutama pada aspek *torque*

Bagi pasien atau masyarakat

Memberi informasi mengenai kemungkinan adanya perbedaan sudut *torque* braket dengan preskripsi yang dapat mempengaruhi perawatan ortodonti

Bagi peneliti

Menambah pengetahuan mengenai sudut *torque* braket sebenarnya dari produk Agile 3M Unitek, Ormco, dan Versaden slot 0,022” yang beredar di Indonesia



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Sistem Preadjusted

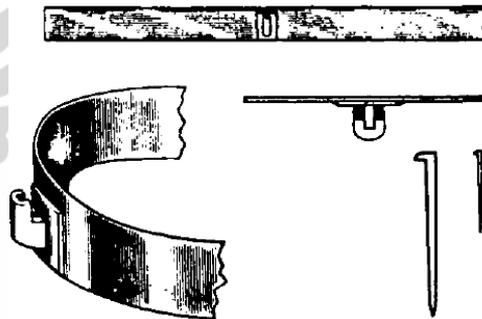
Alat ortodonti cekat merupakan alat yang disementasi atau *dibonding* pada gigi, tidak dapat dilepas sendiri oleh pasien dan berkonjungsi dengan kawat dan komponen aktif lainnya, seperti elastik, *separator* dan *spring*, untuk menggerakkan gigi-geligi pada posisi yang diinginkan. Alat ortodonti cekat secara umum meliputi braket yang dilekatkan pada permukaan fasial mahkota gigi, *band*, *tube*, *lingual attachment*, kawat ligatur dan kawat utama (*main archwire*) yang dimasukkan ke dalam slot braket.^{6, 10, 11}

Braket konvensional memiliki (1) basis, yang terdiri dari konfigurasi *mesh* untuk memperoleh perlekatan yang cukup pada permukaan gigi, (2) slot, yang merupakan tempat peletakan kawat, dan (3) sayap dan *hook* untuk meletakkan elastik. *Twin-brackets* memiliki 2 tonggak paralel secara vertikal yang terpisahkan oleh slot, sedangkan *single-brackets* hanya memiliki 1 tonggak vertikal dengan ukuran slot yang lebih pendek. Slot yang lebih pendek akan menambah lebar jarak antar braket sehingga menambah fleksibilitas *archwire*, namun koreksi rotasi lebih sulit dicapai pada *single-brackets* dan gigi cenderung *tip* ke ruang sisa pencabutan pada penutupan ruang.^{6, 11}

Dunia ortodonti telah melalui beberapa periode sebelum memasuki era *preadjusted* dan *self-ligating* pada saat ini. Ortodonti cekat awalnya dikembangkan oleh Dr. Edward Angle pada tahun 1928 melalui 4 sistem utama, *The E-Arch*, *Pin and Tube*, *Ribbon Arch*, dan sistem Edgewise. Sistem Edgewise dibangun oleh Angle untuk mengatasi kekurangan *Ribbon Arch* dengan menggunakan slotrektangulardengan 3 dinding, berukuran 0,022”x0,028”, dan mengubah letak slot ke tengah, serta meletakkan braket relatif pada bidang horizontal. Edgewise merupakan sistem yang baik dalam kontrol akar secara tiga dimensidan telah digunakan bertahun-tahun oleh ortodontis. Perawatan non-ekstraksi dengan sistem Edgewise banyak diterapkan oleh Angle walaupun seiring

waktu dibuktikan tidak stabil. Angle wafat 2 tahun setelah memperkenalkan sistem Edgewise sebelum sempat mengembangkan sistem tersebut lebih lanjut.^{3,6}

Beberapa ortodontis mengembangkan teknik ortodonti dengan ekstraksi paska periode perang dunia kedua untuk diterapkan pada kasus dengan kebutuhan ruang yang besar. Dr. Raymond Begg mengembangkan sistem baru pada era tahun 1950-an untuk mendapatkan kestabilan perawatan dengan memodifikasi braket Ribbon Arch yang pernah digunakan oleh Angle. Braket Ribbon Arch dibuka secara vertikal dengan dimensi terbesar adalah pada arah vertikal, sedangkan dimensi terbesar braket Edgewise adalah pada arah horizontal. Desain braket Ribbon Arch memungkinkan pergerakan *tipping* gigi ke labial atau lingual, sedangkan braket Edgewise memiliki kontrol inklinasi mesial-distal gigi yang lebih baik. Begg mengkombinasikan teknik Edgewise dan gaya yang ringan dengan meminimalisasi friksi, dan memperkenalkan rangkaian pergerakan gigi dengan melakukan *tipping* mahkota gigi, pembukaan gigitan, dan *torquing* akar. Dr Peter Kesling melakukan perubahan desain sistem Begg pada tahun 1965 dan terus melakukan pengembangan hingga pada tahun 1980-an memperkenalkan sistem Tip-Edge.¹²⁻¹⁴



Gambar 2.1. Braket dan pin Ribbon Arch (dikutip dari Dewel, 1981)¹²

Sistem Edgewise berkembang dengan modifikasi oleh masing-masing ortodontis untuk mencapai hasil yang lebih baik, hingga Dr. Lawrence F. Andrews melakukan pembaruan terhadap sistem Edgewise pada tahun 1970-an dengan mengembangkan sistem Straight-Wire (SWA) setelah mengamati hasil perawatan ortodonti pada masa tersebut dan menemukan perbedaan skema oklusal, posisi, inklinasi dan angulasi gigi geligi. Tidak terdapat patokan oklusi yang dianggap ideal pada saat itu.^{3, 15, 16}

Konsep *straight wire* sudah tercetus sejak Holdaway mulai memasang braket pada band dengan sudut tertentu, sejak Lee memperkenalkan braket dengan *torque*, dan sejak Jarabak merekomendasikan braket dengan angulasi dan *torque*. Sistem SWA mulai beredar pada tahun 1972 dan mengalami beberapa kali revisi preskripsi, termasuk nilai preskripsi tertentu pada kasus ekstraksi, dan mengelompokkan braket berdasarkan jenis kasus dan perawatan.¹⁷⁻¹⁹

SWA dievaluasi 5 tahun dan 17 tahun kemudian oleh Dr. Ronald H. Roth yang merancang preskripsi Roth setelah menemukan beberapa kesulitan pada penggunaan SWA, antara lain perlunya melakukan kompensasi dan *reverse curve* untuk mencapai posisi gigi yang diinginkan, dan sering terjadinya kehilangan penjangkaran karena adanya inklinasi mesial gigi-geligi pada segmen bukal. Pengembangan SWA oleh Roth tersebut dianggap sebagai generasi kedua braket *preadjusted*.^{2, 10}

McLaughlin dan Bennet melakukan evaluasi terhadap sistem SWA pada periode tahun 1975-1993 dan mengembangkan beberapa teknik perawatan dengan gaya ringan dan kontinyu, seperti *laceback*, *bendback*, *active tieback*, *passive tieback* dan *finishing* pada kawat SS 0,014". McLaughlin dan Bennet berkolaborasi dengan Trevisi pada tahun 1993 dan merancang ulang desain braket setelah meneliti kembali data-data penelitian Andrews dan data tambahan yang berasal dari Jepang (data dari penelitian Sebata, Watanabe dan Koga). Hasil pemikiran dan desain perawatan mereka kemudian dikenal dengan MBT™ Versatile+.^{10, 20}

Beberapa peneliti juga melakukan modifikasi berdasarkan pengalaman dan penelitiannya masing-masing, menghasilkan teknik dan preskripsi sendiri. Robert Murray Ricketts mengembangkan sistem Bioprogressive pada tahun 1950 yang meliputi penggunaan *utility arch*, *double delta space closure arch levels*, *vertical closed-helix arch* dengan sediaan braket tersendiri. R.G. Alexander mengembangkan sistem perawatan tersendiri, yaitu Vari-Simplex Treatment, dengan penggunaan tipe braket Lewis kecuali pada gigi insisif maksila sentralis dan lateralis, dan dengan preskripsi angulasi, *torque*, *in-out* tersendiri. Masih terdapat beberapa preskripsi braket lain yang beredar di pasaran, antara lain Sondhi, Samson, Dischinger, Bench, dll.^{21, 22}

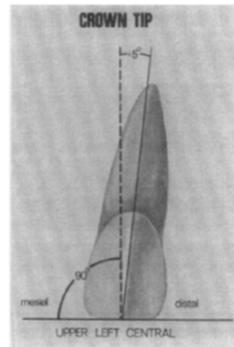
2.1.1. Straight-Wire Appliance

Dr. Andrews melakukan penelitian mengenai oklusi statik pada 120 pasien tanpa perawatan ortodonti pada tahun 1970 dan mengemukakan konsep oklusi normal yang dikenal dengan “*The Six Keys to Normal Occlusion*”. Konsep oklusi tersebut merupakan dasar atau fondasi perkembangan sistem SWA. Dr Andrews melakukan penelitian lanjutan untuk menentukan besaran *tip*/angulasi, ketebalan/*step* (*in-out*) dan *torque* untuk setiap gigi pada braket untuk mencapai oklusi normal tersebut. Slot braket pada sistem *preadjusted* memiliki ketebalan, angulasi slot, dan *torque* tertentu. Angulasi berfungsi untuk mengontrol posisi mesial distal akar gigi, *torque* berfungsi untuk memenuhi kebutuhan inklinasi bukolingual gigi dan ketebalan disini untuk memenuhi kebutuhan *in-out* gigi. Keberadaan 3 aspek pada slot tersebut dapat meminimalisasi penekukan kawat, baik *first-order*, *second-order* maupun *third-order bend*, sehingga dapat mengurangi waktu duduk pasien. Penekukan kawat dan beberapa penyesuaian masih diperlukan karena masing-masing individu memiliki variasi pada hubungan rahang, ukuran dan bentuk gigi.^{16, 17, 23}

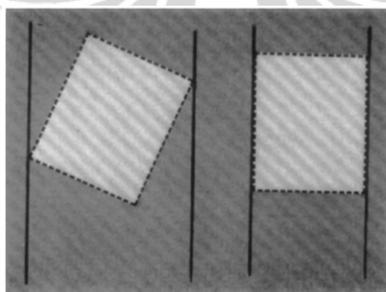
Seluruh angulasi gigi yang merupakan kunci kedua dari 6 kunci normal oklusi memiliki nilai positif dengan derajat bervariasi tergantung dari jenis gigi. Angulasi berhubungan dengan *facial axis* gigi, dan tidak selalu paralel dengan sumbu gigi dan permukaan mesial-distal gigi (Gambar 2.1). Oklusi normal bergantung pada angulasi gigi yang baik karena gigi yang *tipping* membutuhkan ruang lebih besar dari gigi yang tegak. Angulasi gigi menentukan jumlah ruang yang dibutuhkan sehingga akan mempunyai efek pada oklusi posterior dan menentukan baik tidaknya estetika.^{16, 23}

Inklinasi gigi merupakan sudut antara garis tegak lurus bidang oklusal dan garis singgung pertengahan permukaan labial/bukal mahkota gigi. Inklinasi inter-insisal rata-rata subjek penelitian Andrews adalah 174°. Berbeda dengan slot-*torque* (*torque-in-face*) yang terdapat pada modifikasi sistem Edgewise sebelumnya, konsep SWA memiliki *torque* pada basis bracket (*torque-in-base*). Kontur basis braket didesain secara akurat baik vertikal maupun horizontal untuk menambah akurasi pemasangan braket pada gigi.^{16, 23}

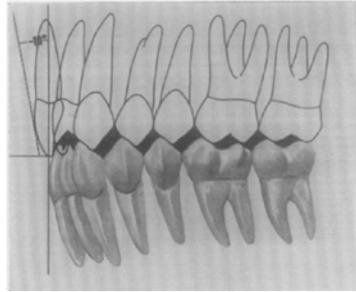
Inklinasi gigi yang merupakan kunci ketiga dari 6 kunci normal oklusi berhubungan dengan kunci pertama, yaitu hubungan gigi antar rahang. Inklinalasi gigi anterior baik maksila maupun mandibula mempunyai efek signifikan terhadap overbite dan oklusi posterior. Gigi yang terlalu tegak atau terlalu miring akan menyebabkan gangguan harmoni fungsional dan menyebabkan over-erupsi gigi posterior (Gambar 2.4). Oklusi posterior yang baik juga dapat terjadi pada inklinalasi gigi anterior yang terlalu tegak sehingga terjadi ruangan diantara gigi-geligi anterior dan posterior (Gambar 2.5). Keseluruhan inklinalasi gigi posterior maksila bernilai negatif dengan angka sedikit lebih negatif pada gigi molar, sedangkan nilai negatif inklinalasi gigi posterior mandibula bertambah secara progresif dari gigi kaninus hingga molar kedua.^{16, 23-25}



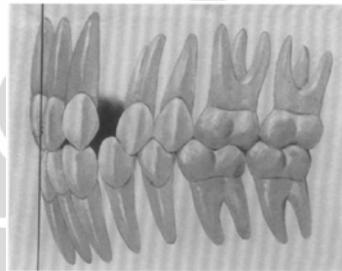
Gambar 2.2. Angulasi mahkota gigi dihitung dari garis tegak lurus permukaan insisal/oklusal gigi (dikutip dari Andrews, 1972)²³



Gambar 2.3. Gigi dengan angulasi akan membutuhkan ruang lebih banyak daripada gigi yang tegak (dikutip dari Andrews, 1972)²³

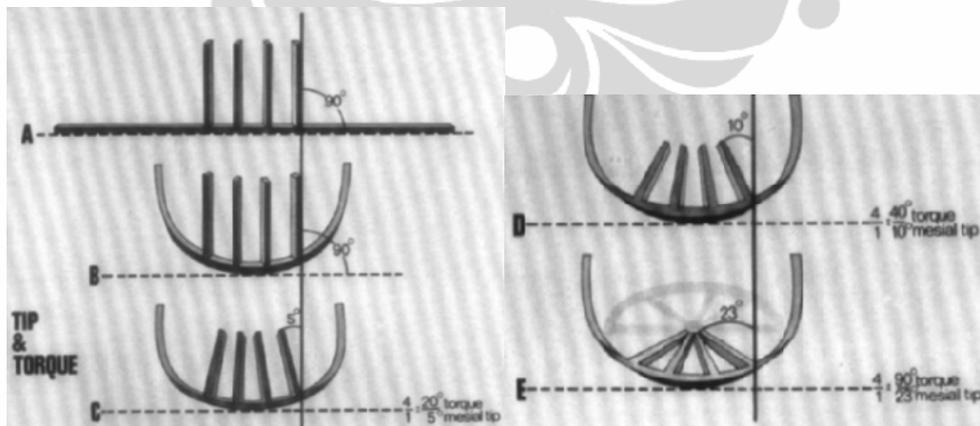


Gambar 2.4. Inklinali anterior yang terlalu tegak dapat menyebabkan ‘*improper occlusion*’ (dikutip dari Andrews, 1972)²³



Gambar 2.5. Spacing dapat terjadi jika inklinali anterior kurang baik (dikutip dari Andrews, 1972)²³

Terdapat hubungan yang signifikan antara angulasi dan inklinali gigi. Jika dilakukan pemuntiran kawat rektangulair pada regio anterior untuk mengurangi inklinali gigi (*torque* negatif), angulasi gigi akan berkurang dengan proporsi 4:1. Setiap inklinali berkurang 4°, angulasi gigi akan berkurang 1°. Hal ini dikenal dengan efek roda kereta (*wagon wheel effect*) (Gambar 2.6).²³



Gambar 2.6. Efek roda kereta (*wagon wheel effect*) (dikutip dari Andrews, 1972)²³

SWA menyediakan braket dengan preskripsi tersendiri untuk kasus ekstraksi. Braket tersebut didesain untuk memungkinkan translasi gigi sebanyak mungkin dan menghindari kecenderungan relaps dengan melakukan overkoreksi.

Braket ekstraksi memiliki *counter-torque* dan *conter-rotation* untuk menjaga gigi dari rotasi dan *tipping* ketika bergerak pada kawat rektangular. Preskripsi standar SWA didesain untuk kasus nonekstraksi dengan sudut ANB kurang dari 5°. Andrews kemudian memperkenalkan beberapa preskripsi baru untuk kasus-kasus ekstraksi pada berbagai kombinasi gigi, sudut ANB tertentu dan untuk jenis penjangkaran tertentu.¹⁶⁻¹⁹

Tabel 2.1. Preskripsi SWA versi standar

GIGI	RAHANG ATAS		RAHANG BAWAH	
	TORQUE	ANGULASI	TORQUE	ANGULASI
Insisif Sentralis	7°	5°	-1°	2°
Insisif Lateralis	3°	9°		
Kaninus		11°	-11°	5°
Premolar Pertama	-7°	2°	-17°	2°
Premolar Kedua			-22°	
Molar Pertama	-9°	5°	-30	2°
Molar Kedua			-35	

2.1.2. Roth

Roth menemukan beberapa kesulitan dalam penerapan SWA seperti terlalu banyaknya pilihan braket dan terjadinya relaps paska-perawatan. Roth kemudian merekomendasikan 1 preskripsi yang sebagian diambil dari *minimum extraction series* braket SWA dan dapat diterapkan baik pada kasus ekstraksi maupun non-ekstraksi dengan anggapan bahwa dengan berbagai variasi perawatan yang dilakukan, jika klinisi memposisikan braket dengan baik, meletakkan kawat rektangular ukuran penuh (0,022"x0,028") dan menunggu ekspresi braket terjadi, maka posisi akhir gigi-geligi akan berada pada posisi yang sama.^{2, 10}

Peletakan braket dilakukan sedikit lebih ke insisal dari pertengahan mahkota klinis untuk memudahkan finishing tanpa perlu melakukan *reverse* dan *compensating bend*. Tru-Arch Form, dengan bentuk lengkung yang lebih lebar dan datar pada regio insisif serta melengkung secara tajam pada regio kaninus-premolar, digunakan pada tahap finishing untuk mencapai overkoreksi yang

optimal dan mencapai pola pergerakan mandibula yang dipandu oleh sendi (*joint dictated movement patterns*).²

Preskripsi Roth pada braket insisif maksila memiliki *torque* 5° lebih banyak dari SWA versi standar, yang akan menambah ekspresi *torque* negatif pada kaninus sebagai efek resiprokal. Braket kaninus maksila memiliki angulasi 2° lebih banyak dari SWA versi standar dan rotasi 2° ke mesial karena sering dilakukan retraksi pada gigi tersebut. Segmen bukal maksila menjadi tegak/*upright* (angulasi 0°), premolar maksila memiliki rotasi 2° ke mesial untuk menimbangi rotasi pada *distal traction*, dan molar maksila memiliki rotasi 14° ke distal (2 kali lebih banyak dibanding SWA versi standar) dan *torque* 14° (lebih besar 5° dibanding SWA versi standar).²

Preskripsi Roth pada braket insisif mandibula tidak memiliki perbedaan dengan SWA versi standar, sedangkan kaninus mandibula memiliki angulasi 7° dan rotasi 2° ke distal. Seluruh segmen bukal mandibula memiliki angulasi lebih sedikit 3° dari normal dan rotasi 4° ke distal karena gigi-geligi tersebut terletak lebih ke mesial dari gigi-geligi maksila dan akan berotasi ke mesial. *Torque* pada segmen bukal memiliki nilai sama karena overkoreksi pada area tersebut akan menimbulkan hambatan oklusal/*occlusal interference*.²

Roth menekankan pentingnya overkoreksi sebagai kompensasi terjadinya relaps agar gigi-geligi berada pada posisi normal paska-perawatan ortodonti, dan pentingnya penggunaan artikulator pada diagnosis untuk menentukan posisi kondilus yang akan dicapai pada akhir perawatan. Rekomendasi tersebut telah diterima secara luas oleh klinisi.¹⁰

Tabel 2.2. Preskripsi Roth asli (*original Roth*)

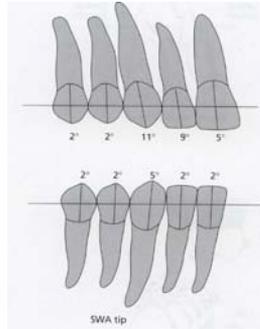
GIGI	RAHANG ATAS		RAHANG BAWAH	
	<i>TORQUE</i>	ANGULASI	<i>TORQUE</i>	ANGULASI
Insisif Sentralis	12°	5°	-1°	2°
Insisif Lateralis	8°	9°		
Kaninus	-2°(-7°)	13°	-11°	7°
Premolar Pertama	-7°	0°	-17°	5°
Premolar Kedua			-22°	

Molar Pertama	-14°	0°	-30	5°
Molar Kedua			-35	

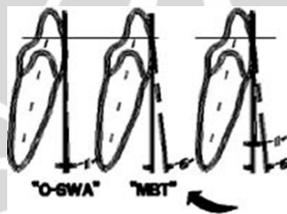
2.1.3. MBT

Sistem MBT memiliki angulasi yang lebih kecil dibandingkan dengan generasi *preadjusted* sebelumnya untuk meminimalkan kebutuhan kontrol penjangkaran, mengurangi kecenderungan pendalaman gigit saat *aligning*. Angulasimenyebabkan akar gigi kaninus tidak terlalu berdekatan dengan akar gigi premolar pertama pada kasus tertentu (Gambar 2.7).¹⁰

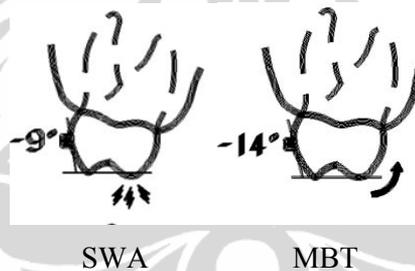
Torque yang tersedia pada braket MBT lebih besar dibandingkan SWA versi standar terutama pada regio insisif dan molar untuk mencapai hasil ideal tanpa banyak melakukan penekukan kawat karena sistem *preadjusted* relatif kurang efisien dalam mengekspresikan *torque*. Nilai *torque* braket insisif maksila dan mandibula lebih besar daripada SWA versi standar (Gambar 2.8) untuk membantu pergerakan akar insisif maksila ke palatal dan akar insisif mandibula ke labial yang menguntungkan pada kasus-kasus umum seperti kelas I dimana *torque* tersebut akan membantu mendapatkan peletakan gigi anterior yang baik, kelas II dimana cenderung terjadi proklinasi gigi insisif mandibula dan dimana elastik kelas II akan menyebabkan kehilangan *torque* pada insisif maksila, dan pada kelas III dimana *torque* akan membantu kompensasi untuk lengkung basal kelas III ringan. *Torque* braket kaninus maksila -7° memberikan hasil yang memuaskan pada sebagian besar kasus seiring pengalaman dan pengamatan McLaughlin dan Bennet, sedangkan *torque* 7° dan 0° disediakan untuk kasus dengan tulang maksila yang sempit atau akar gigi kaninus yang prominen. *Torque* braket kaninus mandibula SWA versi standar cenderung meletakkan akar gigi kaninus mandibula prominen sehingga pada braket MBT dilakukan penyesuaian nilai *torque*. *Torque* -14° pada braket molar maksila dapat mengurangi interferensi tonjol palatal pada pergerakan rahang (Gambar 2.9). Perubahan pada *torque* premolar dan molar mandibula akan mengurangi efek '*rolling in*' dan membuat gigi tersebut lebih tegak (Gambar 2.10).^{10,20}



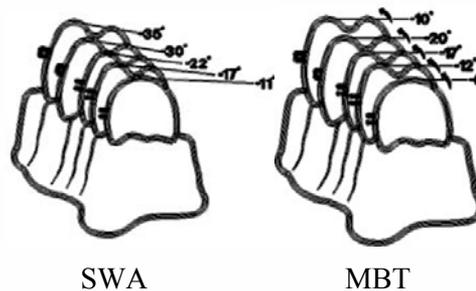
Gambar 2.7. Angulasi pada SWA versi standar dapat membawa akar gigi kaninus terlalu berdekatan dengan akar gigi premolar pertama (dikutip dari McLaughlin dan Koga, 1998)²⁰



Gambar 2.8. Torque MBT pada insisif mandibula lebih negatif dibanding SWA versi standar menyebabkan akar gigi insisif lebih ke labial (dikutip dari McLaughlin dan Koga, 1998)²⁰

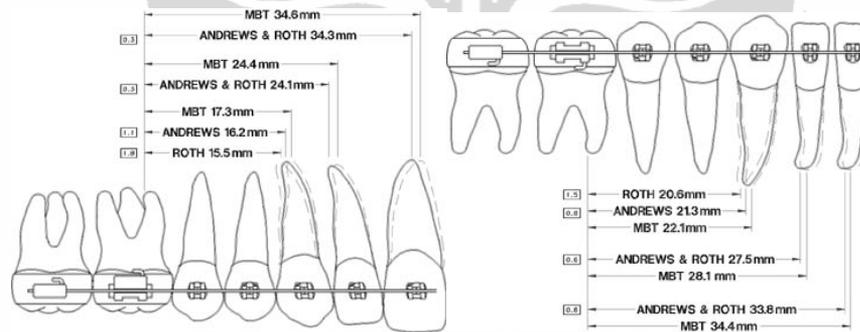


Gambar 2.9. Torque MBT pada molar maksila akan mengurangi interferensi tonjol palatal pada pergerakan mandibula (dikutip dari McLaughlin dan Koga, 1998)²⁰



Gambar 2.10. Posisi premolar dan molar mandibula paska perawatan MBT lebih tegak dibandingkan dengan SWA versi standar (dikutip dari McLaughlin dan Koga, 1998)²⁰

Angulasi anterior MBT dapat meminimalisasi kebutuhan penjangkaran tanpa mengganggu oklusi statik dan fungsional. Angulasi anterior yang lebih kecil akan meminimalkan kehilangan penjangkaran sebesar 2-3mm saat *aligning* dan *leveling*. Angulasi pada regio molar sebesar 0° akan memberikan ekspresi sebesar 5° pada gigi molar maksila dan 2° pada gigi molar mandibula jika diletakkan paralel terhadap tonjol bukal. Angulasi 0° pada braket premolar maksila menyebabkan mahkota premolar sedikit lebih tegak, dan mengurangi kebutuhan penjangkaran pada beberapa kasus. Angulasi 2° pada braket premolar mandibula sesuai dengan SWA versi standaryang memberikan hasil baik dan menjaga inklinasi mahkota gigi ke depan. McLaughlin dan Kobe berpendapat bahwa angulasi 0° pada *torque* braket molar mandibula preskripsi Roth menyebabkan *tipback* molar mandibula sebesar 3° .^{10, 20}



Gambar 2.11. Angulasi pada MBT membuat jarak akar gigi anterior lebih berjauhan dengan akar gigi molar(dikutip dari McLaughlin dan Koga, 1998)²⁰

Tabel 2.3. Preskripsi MBT

GIGI	RAHANG ATAS		RAHANG BAWAH	
	TORQUE	ANGULASI	TORQUE	ANGULASI
Insisif Sentralis	17°	4°	-6°	0°
Insisif Lateralis	10°	8°		$6^\circ/0^\circ/-6^\circ$
Kaninus	$7^\circ/0^\circ/-7^\circ$			
Premolar Pertama	-7°	0°	-12°	2°
Premolar Kedua			-17°	
Molar Pertama	-14°	5°	-20°	
Molar Kedua			-10°	

2.1.4. Sistem Preadjusted lainnya

Preskripsi Alexander

Nilai angulasi Alexander dirancang berdasarkan *root paraleling* gigi, dan *torque* disusun tidak dengan rata-rata oklusi ideal alami (*untreated ideal occlusion*), melainkan dengan rata-rata *torque* pada 50 kawat rektanguler yang digunakan dalam finishing 50 kasus ortodontik dalam kategori sangat baik (*excellent*). Angulasi -6° pada braket molar pertama mandibula memiliki efek *tip-back* yang akan memperkuat penjangkaran, sesuai dengan prinsip Tweed, memudahkan *leveling* dan menambah panjang lengkung gigi. *Torque* -3° pada braket kaninus maksila menghilangkan kebutuhan penekukan kawat saat retraksi kaninus untuk mempercepat pergerakan gigi. *Torque* 0° pada braket molar kedua mandibula dipilih jika menggunakan *omega stop* dengan *bend-out* untuk menghindari trauma pada jaringan gingiva dan mengurangi impaksi makanan. *Torque* -5° pada braket insisif mandibula digunakan untuk menjaga gigi tersebut tetap pada posisi asalnya.²¹

Tabel 2.4. Preskripsi Alexander

GIGI	RAHANG ATAS		RAHANG BAWAH	
	TORQUE	ANGULASI	TORQUE	ANGULASI
Insisif Sentralis	14°	5°	-5°	2°
Insisif Lateralis	7°	8°		3°
Kaninus	-3°	10°	-7°	6°
Premolar Pertama	-7°	0°	-11°	0°
Premolar Kedua			-17°	
Molar Pertama	-10°		-22°	-6°
Molar Kedua			$-27^\circ/0^\circ$	0°

Preskripsi Bioprogressive

Sebagian besar ahli mengemukakan bahwa nilai *torque* insisif maksila sebesar 22° berlebihan. Namun menurut Ricketts, selain untuk keperluan overkoreksi, peletakan lengkung awal (*initial arch*) pada kasus protrusi maksila memperlihatkan pergerakan akar ke depan, dan peletakan kawat rektanguler akan memperbaiki keadaan tersebut. Nilai 7° pada *torque* kaninus maksila diterapkan

untuk menghindari penipisan jaringan lunak labial, resesi gingiva, dan akar gigi kaninus yang terlihat prominen. Akar gigi kaninus akan terletak pada tulang kanselous, sehingga memudahkan terciptanya angulasi gigi pada kasus-kasus ekstraksi. Penelitian dengan *frontal head film* terhadap individu dengan oklusi ideal memperlihatkan inklinasi premolar pertama mandibula yang hampir tegak dan mahkota lingual mulai miring dari premolar kedua dengan inklinasi sebesar 14° .²⁶⁻²⁸

Tabel 2.5. Preskripsi Bioprogressive

GIGI	RAHANG ATAS		RAHANG BAWAH	
	TORQUE	ANGULASI	TORQUE	ANGULASI
Insisif Sentralis	22°	0°	-1°	0°
Insisif Lateralis	14°	8°		0°
Kaninus	7°	5°	7°	5°
Premolar Pertama	-7°	0°	-11°	0°
Premolar Kedua			$0^\circ/-14^\circ$	
Molar Pertama	-10°		-22°	5°
Molar Kedua			-32°	0°

2.2. Torque

Torque adalah momen oleh putaran/torsi kawat rektanguler pada slot braket yang dapat merubah inklinasi gigi. Inklinasi bukolingual gigi-geligi anterior dan posterior yang baik diperlukan untuk mencapai stabilitas perawatan dan hubungan oklusal yang baik. *Torque* pada insisif maksila berhubungan erat dengan garis senyum estetik (*esthetic smile line*), panduan anterior (*anterior guidance*), dan tercapainya hubungan molar kelas I. Gigi-geligi anterior dengan jumlah *torque* yang kurang dari normal dapat menghalangi pergerakan gigi-geligi anterior ke distal, dan dapat mengurangi lebar lengkung. Setiap perubahan inklinasi anterior sebesar 5° akan menambah lebar lengkung sebesar 1mm. Gigi-geligi posterior dengan jumlah *torque* yang kurang dari normal dapat menyebabkan konstiksi lengkung rahang karena terhindarnya hubungan *cusp-to-fossa* di antara gigi-geligi kedua rahang. Penelitian Hamdan dan Rock, 2008, menyatakan bahwa *torque* dan angulasi yang belum terekspresi penuh juga dapat memperbesar friksi yang

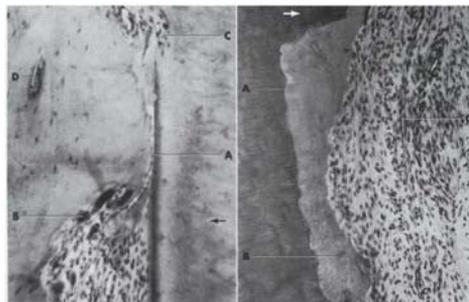
terjadi. Semakin besar diskrepansi sudut *torque* atau angulasi maka semakin besar friksi yang terjadi antara kawat dan braket pada saat *sliding* (*resistance to sliding*).^{8, 2930, 31}

Tekanan pada awal pergerakan *torque* terjadi di pertengahan akar. Hal ini terjadi karena area ligamen periodontal lebih lebar pada sepertiga apikal daripada sepertiga tenghadapada keadaan normal. Setelah resorpsi tulang di sekitar sepertiga tengah akar terjadi, permukaan apikal akar secara bertahap memulai menekan serat periodontal.⁶



Gambar 2.12. Tekanan awal pada gerakan *torque* terjadi pada sepertiga tengah akar(dikutip dari Graber, 2005)⁶

Direct bone resorption akan terjadi pada area yang mengalami tekanan jika gerakan *torque* memiliki kisaran gaya ringan (sekitar 50 cN), berbeda dengan gerakan *tipping* yang hampir selalu menghasilkan area hyalinisasi. Hal ini diduga karena jenis gaya yang dihasilkan oleh gerakan *torque* adalah gaya *interrupted* pada jarak pendek. Pada penelitian selama 30 hari terlihat perbaikan resorpsi minor lakuna pada sepertiga tengah akar oleh sel-sel sementum. Pada penerapan gaya yang lebih besar (100-200 cN) terlihat adanya hyalinisasi dan resorpsi akar pada sepertiga tengah akar, dan pada sepertiga apikal akar setelah resorpsi *undermining* berakhir.⁶

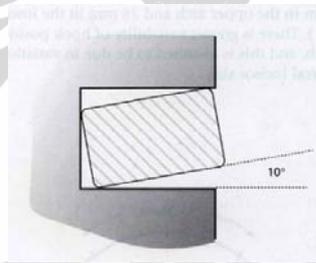


ab

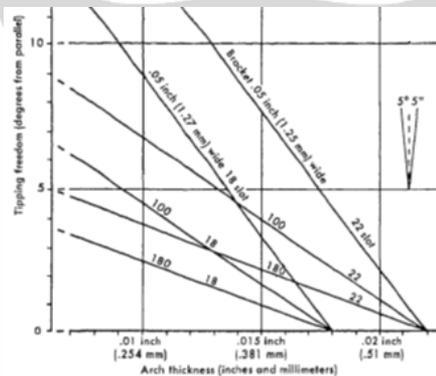
Gambar 2.13. Hyalinisasi, resorpsi akar dan perbaikan resorpsi minor oleh sel sementum, **a.** Area yang mengalami tekanan pada gerakan *torque* dengan gaya

besar (100 cN), A. Ligamen periodontal yang tertekan, B. Resorpsi *undermining*, C. Resorpsi akar minor **b.** Area yang mengalami tekanan pada gerakan *torque* dengan gaya kecil (50 cN), A. Garis batas dentin dengan sel sementum, B. Sementoblas(dikutip dari Graber, 2005)⁶

Penggunaan kawat berukuran mendekati ukuran slotke dalam slotbraket menghasilkan gaya tiga dimensi. Perbedaan ukuran kawat dengan slot braket menyebabkan *play* sehingga braket *preadjusted* tidak terekspresi penuh pada gigi dan jaringan pendukungnya. *Play* adalah perbedaan antara lebar slot braket dengan kawat. Untuk setiap *play* 0,001” dalam slot braket, kehilangan *torque* efektif adalah sebesar 4°. Besarnya *play* antara kawat dengan slot braket juga dipengaruhi oleh ligasi. Kawat yang tidak diikat sepenuhnya pada slot braket akan menyebabkan ekspresi *torque* tidak efektif. Hilangnya *torque* juga dapat disebabkan oleh deformitas braket, ketidaksesuaian ukuran kawat pada kemasan dengan yang sebenarnya, dan penggunaan kawat persegi dibawah ukuran slot.²¹²⁸



Gambar 2.14. *Play* yang terjadi antara kawat 0,019”x.0,025” pada slot braket 0,022”(dikutip dari McLaughlin, dkk, 2001)¹⁰



Gambar 2.15. *Play* pada angulasi mencapai hampir 0° pada kawat dengan lebar yang mendekati ukuran slot(dikutip dari Creekmore dan Kunik, 1993)³²

Besar *play* pada angulasi bergantung kepada ukuran kawat, panjang dan lebar slot, dan jarak antar-braket. Besar *play* pada angulasi jauh lebih kecil dibandingkan dengan *play* pada *torque*. Kawat 0,016” pada slot berukuran

0,018"x0,025" hanya memiliki *play* sebesar 3°, sedangkan kawat 0,018" pada slot yang sama memberikan *play* lebih kecil dari 1°. *Play* pada angulasi berkurang seiring penambahan ukuran kawat.³²

Penelitian Archambault, dkk, 2010, menyatakan bahwa sudut yang terbentuk ketika *working wire* diletakkan ke dalam slot lebih besar daripada nilai teori dan sangat bervariasi. Rerata sudut antara slot dan kawat pada braket *stainless steel* konvensional slot 0,018" dengan kawat 0,016"x0,16" adalah 31° dan 4,6° pada kawat 0,018"x0,025", sedangkan rerata sudut antara slot dan kawat pada braket *stainless steel* konvensional slot 0,022" dengan kawat 0,018"x0,25" adalah 18° dan 6° pada kawat 0,021"x0,025". Rerata sudut antara slot braket *passive self-ligating* 0,022" dan kawat 0,019"x0,025" adalah 14° dengan rerata *torque* efektif sebesar 22°-34,5° untuk *passive self-ligating* dan 15°-31° untuk *active self-ligating*.⁹

Tabel 2.6. *Play* yang terjadi antara kawat dengan slot braket(dikutip dari Sebanck, dkk, 1984)³³

Ukuran kawat (")	Ukuran slot (")	Kehilangan <i>torque</i> (dengan hitungan trigonometri)	Kehilangan <i>torque</i> (penelitian)
0,016 X 0,022	0,018	9,5°	14,1°
0,017 X 0,025	0,018	6°	6,2°
0,018 X 0,025	0,022	15,2°	20,1°
0,019 X 0,025	0,022	10,5°	14,5°

Kontrol *torque* kawat 0,016"x0,022" pada slot 0,018" lebih baik dibandingkan dengan kawat 0,018"x0,025" pada slot 0,022", dan keseluruhan *torque* dapat hilang pada penggunaan preskripsi *torque* yang kecil. Tabel 2.6 menunjukkan perbedaan kehilangan *torque* antara hitungan trigonometri dan kehilangan *torque* sebenarnya. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan slot, diskrepansi ukuran slot, dan manipulasi tepi kawat maupun slot.³³

Tabel 2.7. *Play* yang terjadi pada berbagai kawat pada slot braket 0,022” (dikutip dari Alexander, 1986)²¹

Effective Torque — .022 Slot Range .0020 — .0225 Nominal .02225										
Effective Torque (degrees) for Various Bracket Torque Angles										
Wire Size	Play °	1°	3°	7°	10°	11°	17°	22°	25°	30°
.016 X .022	27.4	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6
.016 X .026	20.0	0	0	0	0	0	0	2.0	5.0	10.0
.017 X .017	Rotates	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.017 X .022	22.3	0	0	0	0	0	0	0	2.7	7.7
.017 X .025	17.7	0	0	0	0	0	0	4.3	7.3	12.3
.018 X .018*	31.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.018 X .022*	18.4	0	0	0	0	0	0	3.6	6.6	11.6
.018 X .025*	14.8	0	0	0	0	0	2.2	7.2	10.2	15.2
.019 X .025	10.5	0	0	0	0	0.5	6.5	11.5	14.5	19.5
.021 X .021	5.0	0	0	2.0	5.0	6.0	12.0	17.0	20.0	25.0
.021 X .025	3.9	0	0	3.1	6.1	7.1	13.1	18.1	21.1	26.1
.0215 X .025	2.3	0	0.7	4.7	7.7	8.7	14.7	19.7	22.7	27.7
.0215 X .028	2.0	0	1.0	5.0	8.0	9.0	15.0	20.0	23.0	28.0
.022 X .022	1.0	0	2.0	6.0	9.0	10.0	16.0	21.0	24.0	29.0

* .018 Dimension is actually .0178

Tabel 2.8. *Play* yang terjadi pada berbagai kawat pada slot braket 0,018” (dikutip dari Alexander, 1986)²¹

Effective Torque — .018 Slot Range .0182 — .0187 Nominal .01845										
Effective Torque (degrees) for Various Bracket Torque Angles										
Wire Size	Play °	1°	3°	7°	10°	11°	17°	22°	25°	30°
.016 X .016	16.7	0	0	0	0	0	0.3	5.3	8.3	13.3
.016 X .022	9.3	0	0	0	0.7	1.7	7.7	12.7	15.7	20.7
.016 X .026	7.3	0	0	0	2.7	3.7	9.7	14.7	17.7	22.7
.017 X .017	8.2	0	0	0	1.8	2.8	8.8	13.8	16.8	21.8
.017 X .022	5.4	0	0	1.6	4.6	5.6	11.6	16.6	19.6	24.6
.017 X .025	4.5	0	0	2.5	5.5	6.5	12.5	17.5	20.5	25.5
.018 X .018*	3.2	0	0	3.8	6.8	7.8	13.8	18.8	21.8	26.8
.018 X .022*	2.4	0	0.6	4.6	7.6	8.6	14.6	19.6	22.6	27.6
.018 X .025*	2.0	0	1.0	5.0	8.0	9.0	15.0	20.0	23.0	28.0

* .018 Dimension is actually .0178

Eliades et al, cit. Gioka et al, menyatakan bahwa braket dengan bahan baja tahan karat atau plastik memiliki dinding slot yang kasar, porus dengan defek mikrostruktural. Darmuslim, 2009, menyatakan ukuran slot sebenarnya lebih lebar daripada ukuran slot yang tertera. Hal ini banyak dilakukan oleh manufaktur untuk memudahkan kawat masuk ke dalam slot, termasuk dengan membuat bevel dan permukaan membulat pada tepi kawat maupun slot. Sumber variasi ekspresi

torque juga berkaitan dengan kekakuan kawat, *play* antara kawat dan slot, model ligasi dan desain braket.^{4, 8, 33}

Terdapat beberapa perbedaan *torque* yang menonjol di antara preskripsi yang tersedia. Perbedaan *torque* dapat mencapai 300% seperti *torque* braket insisif maksila SWA versi standar (7°) dan Bioprogressive (22°). Perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan preferensi individual terhadap posisi gigi yang ideal dan perbedaan terkait filosofi dan teknik perawatan ortodonti, atau kemungkinan kesulitan pemindahan jumlah sudut inklinasi yang tepat ke dalam slot braket. Tiap sistem juga mempunyai preferensi slot dan *working wire* yang berbeda. Andrews memiliki preferensi slot 0,022” dengan *working wire* SS 0,018x0,025”, Roth memiliki preferensi slot 0,022” dengan *working wire* SS 0,021”x0,025” atau 0,0215”x0,028” *sentinol wire*, MBT memiliki preferensi slot 0,022” dengan *working wire* SS 0,019”x0,025” atau 0,021”x0,025” untuk ekspresi *torque* secara penuh, Alexander memiliki preferensi slot 0,018” dengan *working wire* SS 0,017”x0,025”, dan Ricketts memiliki preferensi slot 0,018” dengan *working wire* 0,018”x0,025”.^{2, 8, 17, 21, 22}

Tabel 2.9. Perbedaan besar sudut *torque* braket pada beberapa sistem

		Besar sudut (dalam satuan °)				
		Gigi	SWA standar	Roth	MBT	Alex
MAKSILA	Insisif Sentralis	7	12	17	14	22
	Insisif Lateralis	3	8	10	7	14
	Kaninus	-7	-2	7/0/-7	-3	7
	Premolar Pertama	-7	-7	-7	-7	-7
	Premolar Kedua	-7	-7	-7	-7	-7
	Molar Pertama	-9	-14	-14	-10	-10
	Molar Kedua	-9		-14	-10	-10
MANDIBULAR	Insisif Sentralis	-1	-1	-6	-5	-1

Insisif Lateralis	-1	-1	-6	-5	-1
Kaninus	-11	-11	6/0/-6	-7	7
Premolar Pertama	-17	-17	-12	-11	-11
Premolar Kedua	-22	-22	-17	-17	0/-14
Molar Pertama	-30	-30	-20	-22	-22
Molar Kedua	-35	-35	-10	-27/0	-32

Andrews menyatakan bahwa derajat angulasi labiolingual dari gigi insisif atas dan bawah mempengaruhi oklusi posterior dan estetika anterior. Mahkota anterior dengan angulasi yang baik memiliki kontribusi terhadap overbite normal dan oklusi posterior. Mahkota yang terlalu tegak akan kehilangan harmoni fungsional dan menyebabkan overerupsi. Insisif dengan angulasi yang buruk dapat menyebabkan titik kontak berada terlalu di mesial atau distal dan menyebabkan oklusi kurang baik yang sering kali diperkirakan terjadi karena diskrepansi ukuran gigi.³⁴

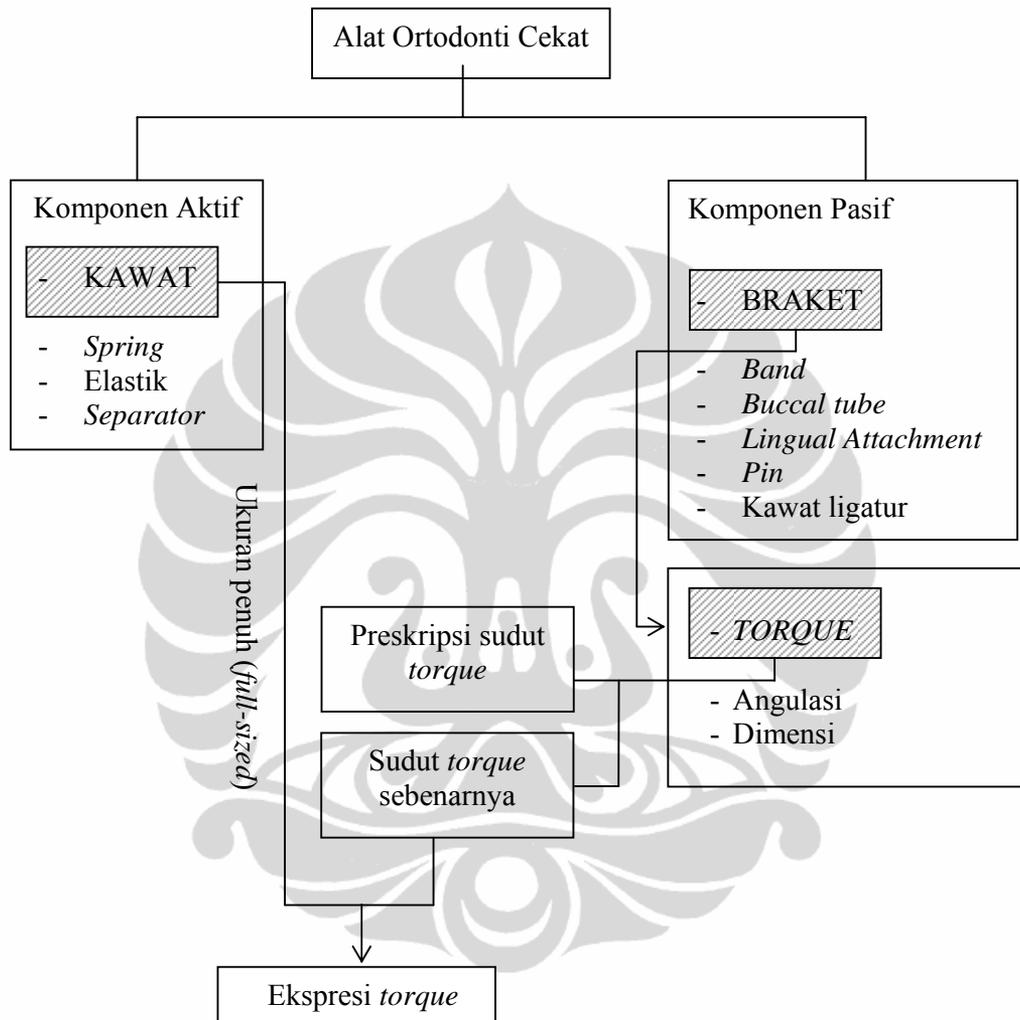
Lebar lengkung juga dipengaruhi oleh angulasi gigi insisif. Pemeriksaan terhadap angulasi dari gigi-geligi anterior maksila disarankan untuk dilakukan jika terdapat defisiensi lebar lengkung gigi. Panjang lengkung anterior dapat diperoleh dengan melakukan palatal *torque* jika gigi terlalu tegak. O'Higgins, et al, menyatakan bahwa pada insisif berukuran normal, kebutuhan ruangan anterior maksila sebesar 1mm dapat dicapai dengan melakukan *torque* insisif maksila sebesar 5°. *Slicing* mesiodistal perlu dihindarkan jika kekurangan ruang disebabkan oleh angulasi dan *torque* yang tidak sesuai. Ohasi menyatakan bahwa hubungan yang terjadi antara inklinasi insisif dengan panjang lengkung telah diteliti sebelumnya dan perubahan yang terjadi hanyalah pada jumlah kecil.³⁴
353634, 37, 38

Busur yang disusun oleh tepi insisal gigi maksila harus memiliki jari-jari lebih besar dibandingkan dengan busur yang disusun oleh bagian servikal gigi maksila. Gangguan estetika dan fungsional dapat terjadi pada keadaan yang berkebalikan. Hal tersebut dapat diatasi dengan melakukan *torque* lingual pada

gigi yang bermasalah. Hussel, dkk menyatakan bahwa derajat konsolidasi ruangan bergantung pada sudut *torque* (*lingual root torque*), jari-jari busur yang disusun oleh tepi insisal gigi, dan posisi slot braket dalam arah vertikal. Braket perlu diletakkan sedekat mungkin dengan tepi insisal untuk mendapatkan ekspresi *torque* yang optimal. Braket yang diletakkan lebih ke servikal menyebabkan ekspresi *torque* kurang efektif.³⁷

Inklinasi insisif mandibula dipengaruhi oleh hubungan rahang pada bidang sagital. Inklinalasi insisif maksila pada maloklusi skeletal kelas 3 cenderung *tip* ke bukal dan insisif mandibula cenderung *tip* ke lingual, sedangkan pada maloklusi kelas 2 insisif mandibula cenderung *tip* ke bukal. Hal tersebut secara umum berkaitan dengan angulasi gigi kaninus yang lebih *tip* ke mesial pada inklinalasi insisif yang lebih ke labial (*labially inclined*), dan angulasi gigi kaninus dengan angulasi mesial yang lebih kecil pada inklinalasi insisif yang lebih ke lingual (*lingually inclined*).³⁵

2.3. Kerangka Teori

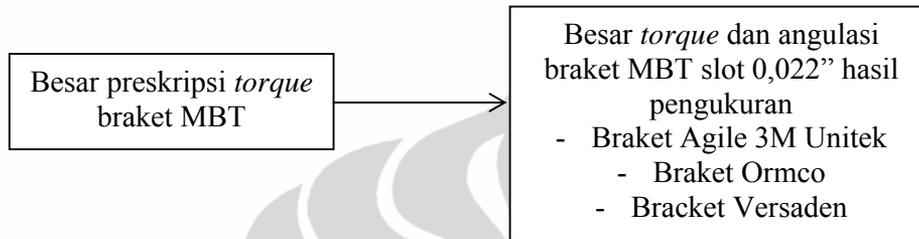




BAB3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1. Kerangka Konsep



3.2. Hipotesis

1. Tidak terdapat perbedaan besarnya preskripsi *torque* braket MBT dengan besarnya sudut *torque* pengukuran pada braket MBT Agile 3M Unitek slot 0,022''
2. Tidak terdapat perbedaan besarnya preskripsi *torque* braket MBT dengan besarnya sudut *torque* pengukuran pada braket MBT Ormco slot 0,022''
3. Tidak terdapat perbedaan besarnya preskripsi *torque* braket MBT dengan besarnya sudut *torque* pengukuran pada braket MBT Versaden slot 0,022''
4. Tidak terdapat perbedaan *torque* hasil pengukuran di antara braket Agile 3M slot 0,022'', Ormco slot 0,022'', dan Versaden slot 0,022'' dengan preskripsi MBT

3.3. Variabel Penelitian

Variabel bebas

- Sudut *torque* braket preskripsi MBT

Variabel Terikat

- Sudut *torque* braket pengukuran

3.4. Definisi Operasional

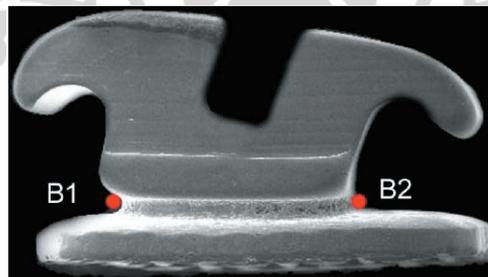
- Besarnya sudut *torque* braket preskripsi MBT adalah besarnya sudut *torque* braket sesuai dengan preskripsi MBT

Satuan : derajat. Skala : rasio.

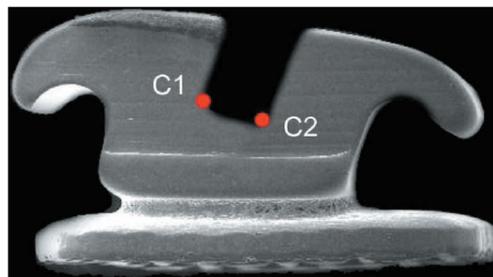
- Besar sudut *torque* braket MBT pengukuran adalah besar sudut *torque* braket yang didapat dengan cara mengukur sudut *torque* antara basis braket (B1-B2) dengan dasar slotbraket (C1-C2).

Cara pengukuran: Braket dimasukkan ke wadah sampel, difiksasi dengan *carbon tape* dan dipotret dengan SEM secara tegak lurus slot braket. Hasil pemotretan divisualisasikan di monitor, dan ditentukan garis pembentuk sudut *torque* braket. Pengukuran sudut *torque* braket dilakukan pada sudut antara garis yang menghubungkan titik B1 (lengan servikal basis braket) dan B2 (lengan oklusal basis braket), dan garis yang menghubungkan titik C1 (pertemuan dasar slot braket dengan dinding dalam sayap servikal braket) dan C2 (pertemuan dasar slot braket dengan dinding dalam sayap oklusal braket). Jika titik tersebut tidak dapat ditentukan karena bentuk dasar slot yang membulat atau permukaan dasar yang bergelombang, maka garis yang menghubungkan B1 dan B2 ditentukan dengan garis singgung basis braket, dan titik C1 dan C2 ditentukan dengan garis singgung dasar slot braket.¹Pengukuran sudut *torque* dilakukan dengan program ImageTool 3.0.

Satuan : derajat. Skala : rasio



Gambar 3.1. Titik B1 dan B2¹



Gambar 3.2. Titik C1 dan C2¹

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Desain Penelitian

Penelitian observasi laboratorik analitik dengan rancangan potong lintang (*cross-sectional*)

4.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium SEM Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia pada bulan Februari 2012

4.3. Sampel Penelitian

Braket *preadjusted* dengan preskripsi MBT merk Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden dengan ukuran tinggi slot braket 0,022"

4.4. Kriteria Sampel Penelitian

- Braket *preadjusted* dengan preskripsi MBT dari bahan metal tanpa *hook*, ukuran tinggi slot braket 0,022" untuk gigi kaninus kanan rahang atas
- Produk braket merk Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden
- Preskripsi MBT braket kaninus rahang atas tanpa modifikasi, dengan *torque* braket -7° dan angulasi 8°
- Braket dalam kondisi baru

4.5. Besar Sampel

Besar sampel dihitung dengan rumus sampel analisis komparatif >2 kelompok tidak berpasangan dengan data numerik :

$$n = 2 \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta) \cdot S}{(x1 - x2)} \right]^2$$

n = besar sampel

$Z\alpha$ = tingkat kesalahan tipe I

$Z\beta$ = tingkat kesalahan tipe II

S = simpang baku

$x1-x2$ = selisih minimal yang dianggap bermakna

Simpang baku nilai rerata sudut torque braket menurut pustaka adalah gabungan simpang baku braket 3M sebesar $0,28^\circ$ dengan besar sampel 20 dan sebesar $0,44^\circ$ dengan besar sampel 20 pada penelitian Streva.¹ Tingkat kesalahan tipe I adalah 5% ($Z\alpha=1,64$). Tingkat kesalahan tipe II adalah 10% ($Z\beta=1,28$) Selisih minimal yang dapat diterima adalah kurang dari 1° .

Simpang baku gabungan diperoleh dengan rumus:

$$(Sg)^2 = \frac{|s_1^2 \times (n_1 - 1) + s_2^2 \times (n_2 - 1)|}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$(Sg)^2 = \frac{|0,28^{\circ 2} \times (20 - 1) + 0,44^{\circ 2} \times (20 - 1)|}{20 + 20 - 2}$$

$$Sg = 0,5091$$

Besar sampel adalah:

$$n = 2 \left[\frac{(1,64 + 1,28) \cdot 0,5091}{1^\circ} \right]^2$$

n (dibulatkan 5)

Jadi sampel penelitian terdiri dari masing-masing 5 braket kaninus kanan maksila merk merk Agile Abzil (3M Unitek), MBT Ormco dan Versaden.

4.6. Bahan dan Alat

- Braket *preadjusted* dari bahan metal dengan preskripsi MBT tanpa *hook*, ukuran tinggi slot braket $0,022''$ untuk gigi kaninus kanan maksila dengan merk Agile Abzil (3M Unitek) (272-123), MBT Ormco (740-0351) dan Versaden
- SEM (*Scanning Electron Microscope*) Jeol JSM-5310 LV buatan Jepang tahun 1997 di Laboratorium SEM Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta



Gambar 4.1. *Scanning Electron Microscope*

- Carbon tape
- Pinset
- Alat tulis
- Software SemAfore
- Software SPSS 17.0
- Software ImageTool 3.0
- Software Adobe Photoshop CS5

4.7. Cara Kerja

- a. Uji realibilitas dan validitas. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan alat ukur sistem digital (SEM) dengan software SemAfore, sesuai standarisasi yang baku. Pengukuran dimulai 1 hari kemudian dengan *software* ImageTool 3.0 setelah garis yang membentuk sudut ditentukan. Validitas alat pengambil gambar diperoleh dan dilakukan peneraan secara berkala 1 tahun sekali oleh instansi yang berwenang. *Software* ImageTool 3.0 diperoleh dari The University of Texas Health Science Center, San Antonio (UTHSCSA) dengan sensitivitas $0,01^\circ$. Uji Realibilitas dilakukan secara *intra-observer* dengan metode *test* dan *retest* dengan melakukan pengukuran pada 15 *torque* braket. Sistemik error diuji dengan paired T test. Method error pada pengukuran 15 sampel dihitung dengan uji MME (*Methods of Moments Estimator*) dengan rumus:

$$S_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{2(n-1)}}$$

= perkiraan error

= perbedaan pengukuran pada 1 sampel

= rata-rata perbedaan pengukuran

n = jumlah sampel³⁹

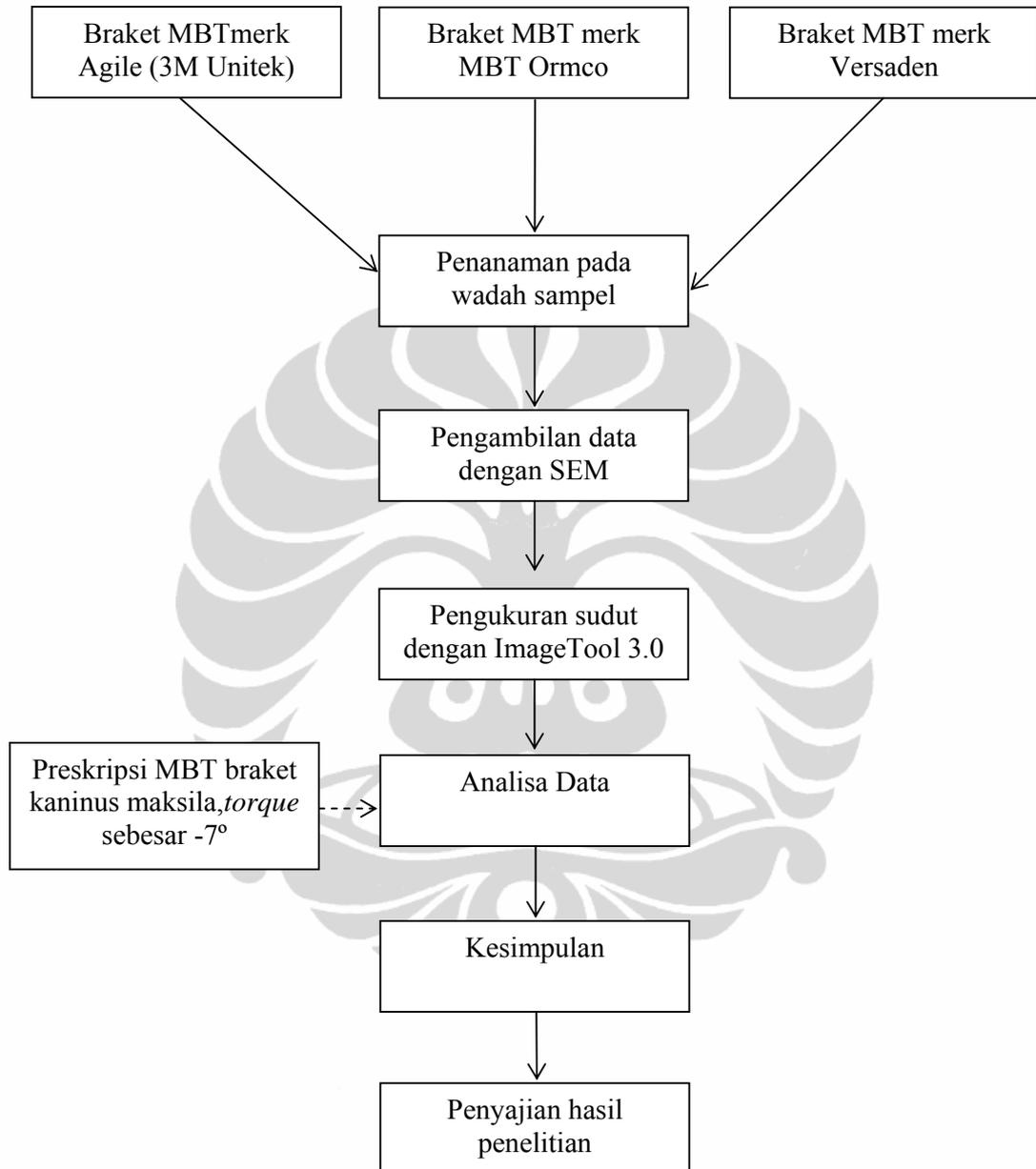
- b. Mempersiapkan sampel penelitian (15 braket). Sampel diletakkan pada wadah sampel, dimasukkan ke dalam *sample chamber* SEM, diletakkan tegak lurus sehingga permukaan kedua wing dan base berhimpit jika tegak lurus dengan optik SEM dengan bantuan kawat SS 0,020"x0,25" lurus, dan difiksasi dengan *carbon tape*.
- c. Melakukan pengambilan gambar braket satu per satu dengan alat SEM. Pengambilan gambar dilakukan oleh operator laboratorium yang terlatih dengan instruksi dari penulis. Lama pengambilan 1 braket dengan alat SEM adalah 15 menit. Filter *software* SemAfore digunakan untuk memperoleh gambar yang lebih baik.
- d. Melakukan pengukuran sudut *torque* braket satu per satu dengan program ImageTool 3.0. Garis pembentuk sudut ditentukan terlebih dahulu dengan bantuan program Adobe Photoshop CS5. Pengukuran *torque* dilakukan pada 5 buah braket per hari.
- e. Mencatat hasil pengukuran
- f. Mengumpulkan data-data hasil pengukuran menurut kelompok tipe braket untuk mendapatkan nilai rerata, rentang dan simpang baku dari sudut *torque* braket Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden, dan untuk membandingkan sudut *torque* braket hasil pengukuran dengan preskripsi MBT untuk gigi kaninus (sebesar -7°) dengan uji One-Sample T test, serta membandingkan sudut *torque* pada ketiga kelompok tipe braket dengan uji One-Way ANOVA, dan Post-hoc untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda secara bermakna jika One-Way ANOVA menunjukkan signifikansi pada $p < 0,05$. Nilai perbandingan yang ditetapkan pada One-Sample T test adalah -7° . Pemeriksaan normalitas sebaran data dilakukan sebelumnya dengan uji Shapiro-Wilks dan sebelumnya dilakukan Levene's Test of Homogeneity of Variances untuk mengetahui normalitas

sebaran varians data. Transformasi data dilakukan jika normalitas sebaran varians data tidak normal sebelum melakukan uji One-Way ANOVA.

- g. Menarik kesimpulan
- h. Penyajian hasil penelitian



4.8. Alur Penelitian



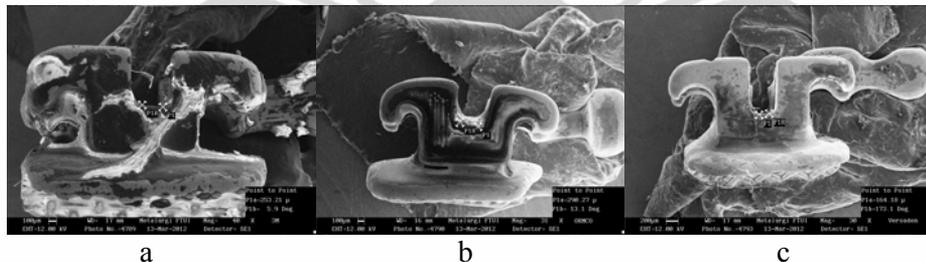


BAB 5

HASIL PENELITIAN

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium SEM Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia pada bulan Februari 2012 untuk mengukur besar sudut *torque* braket MBT kaninus kanan atas slot 0,022” sebanyak 15 buah dengan merk Agile 3M Unitek (272-123), Ormco (740-0351) dan Versaden masing-masing sebanyak 5 buah. Pengukuran besar sudut *torque* braket dilakukan dengan alat SEM Jeol JSM-5310 LV buatan Jepang tahun 1997 dan proses pengukuran dilakukan 3 tahap yaitu dengan proses *scanning* (pemotretan) braket, pengolahan data *scanning* dengan *software* SemAfore oleh operator laboratorium yang terlatih, dan pengukuran hasil *scanning* dengan ImageTool for Windows ver 3.0 oleh penulis.

Uji reliabilitas dilakukan *intra-observer* dengan metode *test* dan *retest* pada pengukuran besar sudut *torque* 15 braket dengan 2 kali pengulangan pengukuran selama 2 hari. Hasil paired T test menunjukkan tidak terdapat sistematis error ($P=0,840$). Uji MME menunjukkan *method error* pada penelitian ini adalah sebesar $0,216^\circ$.



Gambar 5.1. Hasil *Scanning* pada braket (a) Agile 3M Unitek, (b) Ormco, (c) Versaden

Penghitungan rerata, rentang dan simpang baku hasil pengukuran besar sudut *torque* masing-masing merk braket terlihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Nilai rerata besar sudut *torque* braket Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden hasil pengukuran

Merk Braket	N (Jumlah)	Rerata (°)	Simpang Baku (°)	Kisaran (°)
Agile 3M Unitek	5	-3,69	2,32	-1,45 s/d -7,36
Ormco	5	-7,68	1,10	-6,66 s/d -8,96
Versaden	5	-3,85	0,94	-2,76 s/d -5,03

Pada tabel 5.1 terlihat rerata besar sudut *torque* braket hasil pengukuran dengan program ImageTool 3.0. Rerata besar sudut *torque* braket merk Agile 3M Unitek dan Versaden menunjukkan angka lebih kecil dari besar sudut *torque* preskripsi MBT, sedangkan besar sudut *torque* braket merk Ormco lebih besar dari besar sudut *torque* preskripsi MBT. Hal ini menunjukkan ketidaksesuaian besar sudut *torque* braket merk Agile 3M Unitek, Versaden dan Ormco.

Untuk mengetahui normalitas sebaran data yang diperoleh dilakukan uji Shapiro-Wilks. Hasil uji normalitas menunjukkan sebaran data hasil pengukuran tinggi slot braket normal dengan nilai $P > 0,05$. Sedangkan untuk mengetahui normalitas sebaran varians data yang diperoleh dilakukan uji Levene's Test of Homogeneity of Variances. Hasil uji normalitas menunjukkan sebaran varians data hasil pengukuran tinggi slot braket normal dengan nilai $P > 0,05$.

Untuk melihat ada tidaknya perbedaan besar sudut *torque* braket hasil pengukuran dan preskripsi MBT dilakukan uji One-Sample T test sesuai dengan merk braket.

Tabel 5.2. Uji One-Sample T test hasil pengukuran besar sudut *torque* braket Agile 3M Unitek, Ormco, Versaden dan besar preskripsi sudut *torque* braket MBT (nilai yang ditetapkan sebesar -7°)

Merk Braket	Beda rerata	t	P
Agile 3M Unitek	3,31	3,20	0,03
Ormco	-0,68	-1,39	0,24
Versaden	3,15	7,46	0,00

Pada tabel 5.2 dapat dilihat hasil perhitungan diperoleh nilai $P = 0,03$ pada kelompok braket Agile 3M Unitek. Hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar preskripsi *torque* braket MBT dengan besar sudut *torque* hasil pengukuran

pada braket Agile 3M Unitek slot 0,022” diterima apabila nilai $P < \alpha$ ($\alpha = 0,05$). Perhitungan uji One-Sample T test terhadap hasil pengukuran besar sudut *torque* braket merk Agile 3M Unitek memiliki nilai $P < \alpha$, sehinggadapat disimpulkan bahwa hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar preskripsi *torque* MBT dengan besar sudut *torque* hasil pengukuran pada braket Agile 3M Unitek slot 0,022” **diterima**.

Pada tabel 5.2 dapat dilihat hasil perhitungan diperoleh nilai $P = 0,24$ pada kelompok braket Ormco. Hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar preskripsi *torque* braket MBT dengan besar sudut *torque* hasil pengukuran pada braket Ormco slot 0,022” diterima apabila nilai $P < \alpha$ ($\alpha = 0,05$). Perhitungan uji One-Sample T test terhadap hasil pengukuran besar sudut *torque* braket merk Ormco memiliki nilai $P < \alpha$, sehinggadapat disimpulkan bahwa hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar preskripsi *torque* MBT dengan besar sudut *torque* hasil pengukuran pada braket Ormco slot 0,022” **ditolak**.

Pada tabel 5.2 dapat dilihat hasil perhitungan diperoleh nilai $P = 0,00$ pada kelompok braket Versaden. Hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar preskripsi *torque* braket MBT dengan besar sudut *torque* hasil pengukuran pada braket Versaden slot 0,022” diterima apabila nilai $P < \alpha$ ($\alpha = 0,05$). Perhitungan uji One-Sample T test terhadap hasil pengukuran besar sudut *torque* braket merk Versaden memiliki nilai $P < \alpha$, sehinggadapat disimpulkan bahwa hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar preskripsi *torque* MBT dengan besar sudut *torque* hasil pengukuran pada braket Versaden slot 0,022” **diterima**.

Tabel 5.3. Uji One Way ANOVA terhadap hasil pengukuran besar sudut *torque* braket Agile 3M Unitek, Ormco, Versaden

	Mean Square	F	P
Di antara kelompok	25,542	10,265	0,003
Di dalam kelompok	2,488		

Sedangkan hasil uji One Way ANOVA yang dilakukan kepada besar sudut *torque* hasil pengukuran di antara braket Agile 3M Unitek slot 0,022”, Ormco slot 0,022”, dan Versaden slot 0,022” diperoleh nilai $P = 0,003$ (Tabel 5.3). Hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar sudut *torque* hasil pengukuran di antara braket braket Agile 3M slot 0,022”, Ormco slot 0,022”, dan Versaden slot 0,022”

diterima apabila nilai $P < \alpha$ ($\alpha = 0,05$). Perhitungan One Way Anova memiliki nilai $P < \alpha$, sehinggadapat disimpulkan bahwa hipotesis yang menyatakan terdapat perbedaan besar sudut *torque* hasil pengukuran di antara braket Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden slot 0,022”**diterima**.

Tabel 5.4. Analisa Benferroni terhadap hasil pengukuran besar sudut *torque* braket Agile 3M Unitek, Ormco, Versaden

Merk Braket	Merk Braket	Beda Rerata	Std Error	p
Agile 3M Unitek	ORMCO	4,00	1,00	0,005
Agile 3M Unitek	Versaden	0,17	1,00	1,00
Ormco	Versaden	-3,83	1,00	0,007

Analisa Post-hoc dengan analisa Benferroni dilakukan untuk mengetahui perbedaan di antara merk braket Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden (Tabel 5.4). Analisa Benferroni menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan di antara braket Ormco dengan Versaden ($p = 0,007$), dan Ormco dengan Agile 3M Unitek ($p = 0,005$), namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan di antara braket Versaden dengan Agile 3M Unitek ($p = 1,0$).



BAB6

PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk mengukur besar sudut *torque* braket MBT kaninus kanan atas slot 0,022” sebanyak 15 buah dengan merk Agile 3M Unitek (272-123), Ormco (740-0351) dan Versaden masing-masing sebanyak 5 buah. Pengukuran besar sudut *torque* braket dilakukan dengan alat SEM Jeol JSM-5310 LV buatan Jepang tahun 1997 dan proses pengukuran dilakukan 3 tahap yaitu dengan proses *scanning* (pemotretan) braket, pengolahan data *scanning* dengan *software* SemAfore oleh operator laboratorium yang terlatih, dan pengukuran hasil *scanning* dengan ImageTool for Windows ver 3.0 oleh penulis. ImageTool merupakan program pengukuran linear yang akurat dan sensitif, dan juga dapat digunakan untuk pengukuran angular dengan sensitivitas $0,01^\circ$.^{40, 41} Penelitian tentang akurasi *torque* braket sebelumnya belum banyak dilakukan.¹ Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembuktian akurasi besar sudut *torque* beberapa braket yang beredar di Indonesia.

Penelitian terhadap material ortodonti telah berulang kali dilakukan menggunakan sistem komputer dan komputasi grafik (CAD) atau dengan melibatkan mikroskop optik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop elektron dikombinasi dengan perbaikan hasil *scanning* secara digital untuk menambah presisi gambar yang diambil.¹

Perhitungan method error, dengan uji MME, memberikan nilai $0,216^\circ$. Nilai ini lebih baik dari penelitian sebelumnya oleh Streva, 2010, dengan nilai method error sebesar $0,96^\circ$ menggunakan uji Dahlberg. Perhitungan method error dilakukan dengan MME karena memberikan hasil yang lebih *reliable* pada jumlah sampel kurang dari 20 jika dibandingkan dengan uji Dahlberg.³⁹

Pada penelitian ini didapatkan nilai rerata besar sudut *torque* braket MBT Ormco hasil pengukuran dengan alat SEM lebih besar dari nilai preskripsi MBT. Beda rerata sudut *torque* braket MBT Ormco dengan preskripsi adalah $-0,68$. Sedangkan nilai rerata besar sudut *torque* braket MBT Agile 3M Unitek dan Versaden hasil pengukuran memiliki nilai lebih kecil dari preskripsi MBT. Beda rerata sudut braket MBT Versaden dengan preskripsi adalah $3,15^\circ$, sedangkan

beda rerata sudut *torque* braket MBT dengan preskripsi paling besar dimiliki oleh braket Agile 3M Unitek sebesar $3,31^\circ$. Hal ini secara klinis dapat mempengaruhi posisi bukolingual gigi pada akhir perawatan.¹

Analisa statistika menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara braket Agile 3M Unitek dengan nilai preskripsi dan di antara braket Versaden dengan nilai preskripsi, namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara braket Ormco dengan nilai preskripsi. Hal ini menunjukkan akurasi besar sudut *torque* yang tersedia pada braket Ormco, dan kurang-akuratan besar sudut *torque* yang tersedia pada braket Agile 3M Unitek dan braket Versaden. Analisa statistika juga menunjukkan perbedaan besar sudut *torque* di antara braket Ormco dengan Versaden, dan Ormco dengan Agile 3M Unitek, namun tidak menunjukkan adanya perbedaan besar sudut *torque* yang signifikan di antara braket Versaden dengan Agile 3M Unitek.

Hasil penelitian memperlihatkan rerata sudut braket Agile 3M Unitek memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai preskripsi. Hal ini menunjukkan besar sudut yang tersedia pada braket Agile 3M kurang akurat. Penelitian Streva dkk, 2010, terhadap braket Kirium Line Abzil (lot 3420; Abzil, São José do Rio Preto, SP, Brazil) dan braket Gemini 3M Unitek (lot D7120; 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) yang beredar di Brazil menyatakan rerata dan signifikansi yang berbeda, yaitu $-7,27^\circ$ (Kirium Line) dan $-7,07^\circ$ (Gemini) yang tidak berbeda secara signifikan dengan nilai preskripsi MBT.¹ Kirium Line Abzil dan Gemini 3M Unitek merupakan braket yang juga diproduksi oleh 3M Unitek. Abzil sebelumnya merupakan perusahaan penyedia alat-alat ortodonti yang didirikan tahun 1992 di Brazil sebelum akhirnya diakuisisi oleh 3M Unitek pada tahun 2007.¹

Variasi hasil manufaktur braket, seperti layaknya manufaktur produk lain, diperkenankan selama masih dalam kisaran yang dapat diterima, termasuk aspek akurasi dimensional dan konsistensi *torque*. Kluortsis, cit Gioka, melaporkan perbedaan nilai *torque* braket sesungguhnya dengan apa yang dicantumkan sebesar 5%-10% atau sekitar $1^\circ-1,5^\circ$, yang akan mempengaruhi besar ekspresi *torque* pada gigi.⁸

Hasil scanning dengan pembesaran mikro memperlihatkan permukaan slot yang berserat dengan area irregular berbentuk garis atau guratan-guratan. Proses manufaktur dengan cetakan/*molding* dapat merubah dimensi karena adanya ekspansi maupun pengerutan materi. Proses manufaktur *miling* menimbulkan permukaan yang kasar. Hal ini dapat menyebabkan perubahan nilai *torque* pada braket.⁸

Dasar slot braket dan dinding dalam sayap servikal dan oklusal braket pada beberapa braket tidak paralel. Beberapa dinding dalam sayap braket bahkan berbentuk divergen atau konvergen. Hal ini sesuai dengan penelitian Cash, dkk, 2004, yang menyatakan bahwa 2 dari 10 braket memiliki geometri dinding slot yang divergen, dan 4 dari 10 braket memiliki geometri dinding slot yang konvergen.^{8, 42}

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masih terdapat celah untuk perbaikan manufaktur braket. Dua dari 3 jenis braket memperlihatkan akurasi *torque* braket yang beredar di Indonesia masih belum sesuai standar. Andrews, Roth, McLaughlin, Bennet, Trevisi dan beberapa peneliti lain di bidang ortodonti telah melakukan penelitian untuk menentukan besar *torque* ideal dalam braket untuk mengoptimisasi perawatan. Walaupun seorang ortodontis dapat mengatasi kekurangan tersebut dengan melakukan *third order bend*, namun besar *torque* ideal dalam braket akan lebih mempermudah operator dan memaksimalkan hasil perawatan.¹

BAB7

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya variasi nilai *torque* pada produk braket yang diteliti, terutama MBT braket Agile 3M Unitek dan Versaden. Hal ini secara klinis dapat mempengaruhi posisi bukolingual gigi pada akhir perawatan.

Nilai rerata sudut *torque* braket MBT Agile 3M Unitek hasil pengukuran adalah $-3,69^{\circ} \pm 2,32^{\circ}$, nilai rerata sudut *torque* braket MBT Ormco hasil pengukuran adalah $-7,68^{\circ} \pm 1,10^{\circ}$, dan nilai rerata sudut *torque* braket MBT Versaden hasil pengukuran adalah $-3,85^{\circ} \pm 0,94^{\circ}$. Secara statistik terdapat perbedaan bermakna antara sudut *torque* braket MBT Agile 3M Unitek dan Versaden hasil pengukuran dengan preskripsi MBT, namun tidak terdapat perbedaan bermakna antara sudut *torque* braket MBT Ormco hasil pengukuran dengan preskripsi MBT.

Penelitian ini dapat memberikan gambaran pada ortodontis mengenai akurasi *torque* produk braket MBY yang beredar di Indonesia, terutama braket Agile 3M Unitek, Ormco dan Versaden, sekaligus memberikan masukan dan stimulus bagi manufaktur untuk melakukan perbaikan.

Saran

- Melakukan penelitian yang serupa dengan sampel lebih banyak dan pada berbagai merek braket lain yang beredar di Indonesia, dengan pengukuran *blinded* dan random oleh lebih dari 1 operator yang terlatih untuk menghilangkan subjektivitas,
- Melakukan penelitian terhadap akurasi angulasi dan *in out* braket yang beredar di Indonesia,
- Menyarankan produsen/manufaktur braket untuk mengevaluasi produksi braket terutama terhadap aspek *torque* dan melakukan perbaikan.

Daftar Referensi

1. Streva AM, Cotrim-Ferreira FA, Garib DG, Carvalho PEG. Are torque values of preadjusted brackets precise? . *J. Appl. Oral Sci.* 2010.
2. Roth RH. The straight wire appliance 17 years later. *J Clin Orthod* 1987;21:632-45.
3. Bishara SE. *Textbook of Orthodontics*. Philadelphia: WB Saunders, 2001.
4. Darmuslim. Akurasi Tinggi Slot Braket Dari Beberapa Produk Braket Ortodonti. Tesis Universitas Indonesia, 2009.
5. Siatkowski RE. Loss of Anterior Torque Control Due to Variation in Bracket slot and Archwire Dimension. *J Clin Orthop* 1999;33:508-10.
6. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. 4th ed. St. Louis: Elsevier, 2005.
7. Alexander RG. *The Alexander Discipline Volume 2: Long-term stability*. Hanover Park: Quintessence, 2011.
8. Gioka C, Eliades T. Materials-induced variation in the torque expression of preadjusted appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(3):323-8.
9. Archambault A, Badawi H. Torque Expression in Stainless Steel Orthodontic Brackets. *Angle Orthod* 2010;80:201-10.
10. McLaughlin RP, Bennet JC, Trevisi HJ. *Systemized Orthodontic Treatment Mechanics*. Loanhead: Mosby, 2001.
11. Viazis AD. *Atlas of orthodontics: Principles and clinical applications*. Philadelphia: WB Saunders, 1993:117-121.
12. Dewel BF. The Ribbon Arch: Its Influence in the Development of Orthodontic Appliances. *Angle Orthod* 1981;51(4):263-8.
13. Parkhouse R. *Tip-Edge Orthodontics*. London: Mosby, 2003:3-7.
14. Kale C. Feature Light Differential Orthodontic Mechanics (LDM). *Int J Orthod* 2003;14(1):11-8.
15. Bhalajhi SI. *Orthodontics: The Art and Science*. 4th ed. Darya Ganj: MEDI, 2006.
16. Andrews LF. The Straight-Wire Appliance Origin, Controversy, Commentary. *J Clin Orthod* 1976;10:99-114.
17. Andrews LF. The straight-wire appliance: Extraction brackets and "Classification of treatment". *J Clin Orthod* 1976;10(5):360-79.
18. Andrews LF. The straight-wire appliance: extraction series brackets. *J Clin Orthod* 1976;10(6):425-43.
19. Andrews LF. The straight-wire appliance: Extraction series brackets (Continued). *J Clin Orthod* 1976;10(7):507-29.
20. McLaughlin RP, Koga M. MBT philosophy of orthodontic treatment - a personal interview. *The Orthodontic CYBERjournal* 1998;3(2).
21. Alexander RG. *The Alexander discipline: Contemporary concepts and philosophies*. Glendora: Ormco Corporation, 1986:119-133.
22. Mikšić M, Šljaj M, Meštrović S. Bioprogressive Therapy and Diagnostic. *Acta Stomatol Croat* 2003;37(4):461-4.

23. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod* 1972;62(3):296-309.
24. Andrews LF. The straight wire appliance explained and compared. *J Clin Orthod* 1976;10:174-95.
25. Roth RH. Five year clinical evaluation of the Andrews Straight-Wire Appliance. *J Clin Orthod* 1976;10(11):836-50.
26. Ricketts RM. *Bioprogressive Therapy*. Denver: Rocky Mountain Orthodontics, 1979.
27. Ricketts RM. Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs part I. *Am J Orthod* 1976;70(3):241-68.
28. Ricketts RM. Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs part II. *Am J Orthod* 1976;70(4):359-97.
29. Huang Y, Keilig L, Rahimi A, Reimann S, Eliades T, Jäger A, et al. Numeric modelling of torque capabilities of self-ligating and conventional brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136(5):638-43.
30. Trevisi HJ. *Smart-clip self-ligating appliance system: Concept and Biomechanics*. Loanhead: Elsevier, 2007:8-13.
31. Hamdan A, Rock P. The effect of different combination of tip and torque on archwire/bracket friction. *Eur J Orthod* 2008;30:508-14.
32. Creekmore TD, Kunik RL. Straight wire: The next generation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(1):8-20.
33. Sebanc J, Brantley WA, Pincsak JJ, Conover JP. Variability of effective root torque as a function of edge bevel on orthodontic arch wires. *Am J Orthod* 1984;86:43-51.
34. Sangcharearn Y, Ho C. Maxillary incisor angulation and its effect on molar relationship. *Angle Orthod* 2007;77(2):221-5.
35. Ohashi ASC, do Nascimento KCG, Normando D. Analysis of the correlation between mesiodistal angulation of canines and labiolingual inclination of incisors. *Dental Press J Orthod* 2011;16(3):79-86.
36. O'Higgins EA, Kirschen RH, Lee RT. The influence of maxillary incisor inclination on arch length. *Br J Orthod* 1999;26:97-102.
37. Hussel W, Nanda RS. Effect of maxillary incisor angulation and inclination on arch length. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91(3):233-9.
38. Tuverson DL. Anterior interocclusal relations. *Am J Orthod* 1980;78(361-70).
39. Springate. The effect of sample size and bias on the reliability of estimates of error: a comparative study of Dahlberg's formula. *Eur J Orthod* 2012;34(2):158-63.
40. Alvarenga FA, Andrade MF, Pinelli C, Rastelli AN, Victorino KR, Loffredo LD. Accuracy of Digital Images in the Detection of Marginal Microleakage: An In Vitro Study. *J Adhes Dent* 2012.
41. Langlois CdO, Sampaio MCC, Silva AER, Costa NPd, Rockenbach MIB. Accuracy of linear measurements before and after digitizing periapical and panoramic radiography images. *Braz Dent J* 2011;22(5).
42. Cash AC, Good SA, Curtis RV, McDonald F. An evaluation of slot size in orthodontic brackets- are standards as expected? *Angle Orthod* 2004;74(4):450-3.

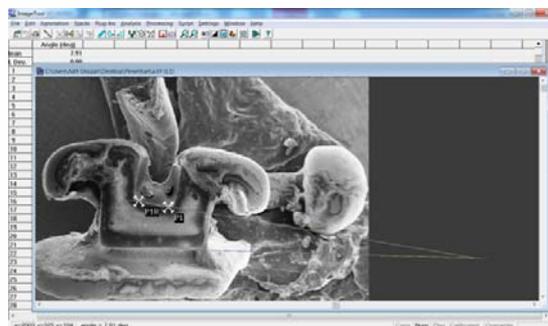
Lampiran 1. Persiapan dan pengukuran sampel



Gambar 1. Sampel diletakkan pada wadah sampel secara tegak lurus dimasukkan ke dalam *sample chamber* SEM, difiksasi dengan *carbon tape*, kemudian divakum



Gambar 2. Pengambilan gambar dengan alat SEM, sudut pengambilan gambar diatur terlebih dahulu. Filter *software* SemAfore digunakan untuk memperoleh gambar yang lebih baik.



Gambar 3. Pengukuran sudut *torque* braket dengan program ImageTool 3.0

Lampiran 2. Data hasil pengukuran sampel pada 2 hari yang berbeda (test dan retest)

No. Sampel	Pengukuran hari ke-1 (°)	Pengukuran hari ke-2 (°)
Agile 3M 1	-2.28	-2.76
Agile 3M 2	-4.37	-4.69
Agile 3M 3	-1.45	-1.64
Agile 3M 4	-2.97	-3.21
Agile 3M 5	-7.36	-7.24
Ormco 1	-6.86	-6.8
Ormco 2	-8.96	-9
Ormco 3	-6.66	-6.7
Ormco 4	-7.15	-7.95
Ormco 5	-8.78	-8.92
Versaden 1	-2.76	-2.46
Versaden 2	-3.07	-1.99
Versaden 3	-4.45	-4.49
Versaden 4	-3.96	-4.01
Versaden 5	-5.03	-4.59

Lampiran 3. Hasil uji paired T test terhadap 2 kali pengukuran sampel pada hari yang berbeda dengan program SPSS 17

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pengukuran hari pertama	-5.0740	15	2.40448	.62083
Pengukuran hari kedua	-5.0967	15	2.50148	.64588

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pengukuran hari pertama & Pengukuran hari kedua	15	.986	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pengukuran hari pertama - Pengukuran hari kedua	.02267	.42709	.11027	-.21385	.25918	.206	14	.840

Lampiran 4. Uji normalitas sebaran data penelitian dengan uji Shapiro-Wilks dan uji normalitas sebaran varians data dengan Levene's Test of Homogeneity of Variance menggunakan program SPSS 17

Tests of Normality

Merk Braket	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Versaden	.197	5	.200*	.953	5	.756
Ormco	.286	5	.200*	.820	5	.116
Agile 3M Unitek	.221	5	.200*	.916	5	.503

Test of Homogeneity of Variances

Torque Hasil Pengukuran

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.255	2	12	.147



Lampiran 5. Hasil uji One-Sample T test dengan program SPSS 17

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Agile 3M Unitek	5	-3.6860	2.31599	1.03574
Ormco	5	-7.6820	1.10024	.49204
Versaden	5	-3.8540	.94352	.42195

One-Sample Test

	Test Value = -7					
					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper
Agile 3M Unitek	3.200	4	.033	3.31400	.4383	6.1897
Ormco	-1.386	4	.238	-.68200	-2.0481	.6841
Versaden	7.456	4	.002	3.14600	1.9745	4.3175

Lampiran 6. Hasil uji ANOVA dan Post-hoc (Benferroni) dengan program SPSS
17

ANOVA

Torque Hasil Pengukuran

	Sum of Squares	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	51.083	25.542	10.265	.003
Within Groups	29.858	2.488		
Total	80.941			

Multiple Comparisons

Torque Hasil Pengukuran

Bonferroni

(I) Merk Braket	(J) Merk Braket	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Versaden	Ormco	3.82800*	.99764	.007	1.0551	6.6009
	Agile 3M	-.16800	.99764	1.000	-2.9409	2.6049
	Unitek					
Ormco	Versaden	-3.82800*	.99764	.007	-6.6009	-1.0551
	Agile 3M	-3.99600*	.99764	.005	-6.7689	-1.2231
	Unitek					
Agile 3M Unitek	Versaden	.16800	.99764	1.000	-2.6049	2.9409
	Ormco	3.99600*	.99764	.005	1.2231	6.7689