



**PERBEDAAN USIA KRONOLOGIS DAN USIA DENTAL
PADA PASIEN ANAK
DENGAN POLA SKELETAL KELAS I, II DAN III
MENGUNAKAN METODE WILLEMS**

SKRIPSI

**UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN
MEMPEROLEH GELAR SARJANA**

OLEH:

**MAHARANI SETYOWATI PUTRI
NIM 155070401111053**

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG
2019**



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat, karunia, serta ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbedaan Usia Kronologis dan Usia Dental pada Pasien Anak dengan Pola Skeletal Kelas I, II dan III Menggunakan Metode Willems”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi tugas mata kuliah Metodologi Penelitian Ilmiah 2. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. drg. R. Setyohadi, M.S selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
2. drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp. KG selaku Kepala Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
3. drg. Kuni Ridha Andini, Sp. Ort selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis sehingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. drg. Astika Swastirani, M.Si selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan saran dan kritik kepada penulis dalam penulisan proposal skripsi ini.
5. drg. Fariyah Septina, Sp. Rad.O.M selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan saran dan kritik kepada penulis dalam penulisan proposal skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya atas segala ilmu yang telah diberikan kepada penulis.



7. Bapak, Ibu, Nia dan Citra yang selalu memberikan doa, motivasi, serta dorongan setiap harinya kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan satu departemen Ortodontsia terutama Ratu Astri dan Ursula yang selalu memberikan semangat, dorongan serta menjadi *partner* yang selalu membantu dalam situasi apapun.
9. Teman-teman Ibu Negara dan Draft (Dinda, Avisha, Dwika, Erni, Syafrina, Aulia, Dini, dan Farah) yang selalu memberikan dukungan secara fisik maupun moril kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya angkatan 2015 yang selalu memberi semangat dan motivasi bagi penulis.
11. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua amal kebaikan mereka. Penulis sangat menyadari, bahwa penyusunan proposal ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima.

Malang, 13 September 2019

Penulis,

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL..... 1

HALAMAN PENGESAHAN..... ii

HALAMAN PERSETUJUAN..... ii

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI..... iv

ABSTRAK..... v

ABSTRACT..... vi

KATA PENGANTAR..... vii

DAFTAR ISI..... ix

DAFTAR TABEL..... xiii

DAFTAR GAMBAR..... xiv

DAFTAR SINGKATAN..... xv

DAFTAR LAMPIRAN..... xvii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Rumusan Masalah..... 3

1.3 Tujuan Penelitian..... 3

1.3.1 Tujuan Umum..... 3

1.3.2 Tujuan Khusus..... 4

1.4 Manfaat Penelitian..... 4

1.4.1 Manfaat Teoritis..... 4

1.4.2 Manfaat Praktis..... 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 7

2.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Anak..... 7

2.2 Usia Anak..... 7

2.2.1 Usia Kronologis..... 8

2.2.2 Usia Biologis..... 8



2.2.2.1	Usia Skeletal	8
2.2.2.2	Maturasi Seksual	10
2.2.2.3	Usia Dental	10
2.2.2.3.1	Metode Menentukan Usia Dental	11
2.2.2.3.1.1	Metode Demirjian	11
2.2.2.3.1.2	Metode Willems	17
2.3	Pertumbuhan dan Perkembangan Gigi	19
2.3.1	Tahap Perkembangan Gigi	19
2.3.2	Tahap Kalsifikasi Gigi	21
2.3.3	Tahap Erupsi Gigi	22
2.3.3.1	Waktu Erupsi Gigi Permanen	22
2.4	Maloklusi	24
2.4.1	Etiologi Maloklusi	25
2.4.2	Klasifikasi Maloklusi	28
2.4.3	Macam-macam Maloklusi	29
2.4.4	Maloklusi Skeletal dalam Arah Sagittal	30
2.4.5	Maloklusi Skeletal dalam Arah Vertikal	32
2.4.6	Maloklusi Skeletal dalam Arah Transversal	33
2.5	Radiografi Dental	33
2.5.1	Radiografi Sefalometri	33
2.5.1.1	Kegunaan Sefalometri	34
2.5.1.2	Macam-macam Sefalometri	34
2.5.1.3	Analisis Sefalometri	35
2.5.1.4	Titik dan Garis Referensi pada Analisis Sefalometri	37
2.5.1.5	Teknik <i>Tracing</i>	39
2.5.1.6	Evaluasi Mutu Sefalometri	40
2.5.2	Radiografi Panoramik	41
2.5.2.1	Kegunaan Panoramik	41
2.5.2.2	Evaluasi Mutu Panoramik	41

BAB III KERANGKA KONSEP 43

3.1 Kerangka Konsep 43

3.2 Hipotesis Penelitian 44



BAB IV METODE PENELITIAN.....	45
4.1 Jenis Penelitian.....	45
4.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	45
4.2.1 Populasi Penelitian.....	45
4.2.2 Pengambilan Sampel Penelitian.....	45
4.2.3 Kriteria Sampel.....	46
4.2.3.1 Kriteria Inklusi.....	46
4.2.3.2 Kriteria Eksklusi.....	46
4.3 Variabel Penelitian.....	47
4.3.1 Variabel Bebas.....	47
4.3.2 Variabel Terikat.....	47
4.4 Tempat dan Waktu Penelitian.....	47
4.4.1 Tempat Penelitian.....	47
4.4.2 Waktu Penelitian.....	47
4.5 Alat dan Bahan Penelitian.....	47
4.5.1 Alat Penelitian.....	47
4.5.2 Bahan Penelitian.....	47
4.6 Definisi Operasional.....	48
4.7 Prosedur Penelitian.....	49
4.7.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	49
4.7.2 Pengumpulan Sampel Penelitian.....	49
4.7.3 Identifikasi Pola Maloklusi Skeletal dalam Arah Sagittal.....	49
4.7.4 Menentukan Usia Dental.....	50
4.8 Alur Penelitian.....	52
4.9 Analisis Data.....	53

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	55
5.1 Hasil Penelitian.....	55
5.2 Pembahasan.....	58



BAB VI PENUTUP	67
6.1 Kesimpulan	67
6.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	81



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Tahap Mineralisasi Menurut Metode Demirjian.....	12
Tabel 2.2	Penilaian Tahap Kalsifikasi pada 7 Gigi Permanen Kiri Rahang Bawah untuk Anak Laki-laki Menurut Demirjian dkk.....	14
Tabel 2.3	Penilaian Tahap Kalsifikasi pada 7 Gigi Permanen Kiri Rahang Bawah untuk Anak Perempuan Menurut Demirjian dkk.....	14
Tabel 2.4	Konversi Total Skor Jenis Kelamin Laki-laki.....	15
Tabel 2.5	Konversi Total Skor Jenis Kelamin Perempuan.....	16
Tabel 2.6	Penilaian Tahap Kalsifikasi pada 7 Gigi Permanen Kiri Rahang Bawah untuk Anak Laki-laki Menurut Willems	18
Tabel 2.7	Penilaian Tahap Kalsifikasi pada 7 Gigi Permanen Kiri Rahang Bawah untuk Anak Perempuan Menurut Willems	18
Tabel 2.8	Waktu dari Kalsifikasi dan Erupsi Gigi Permanen Rahang Atas	23
Tabel 2.9	Waktu dari Kalsifikasi dan Erupsi Gigi Permanen Rahang Bawah.....	24
Tabel 5.1	Rata-rata dan Standar Deviasi Nilai Usia Kronologis dan Usia Dental.....	55
Tabel 5.2	Uji normalitas <i>Saphiro-wilk test</i>	56
Tabel 5.3	Uji <i>Paired T test</i>	57
Tabel 5.4	Uji <i>Oneway ANOVA</i>	57



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Radiografi *hand-wrist* (telapak tangan) dan vertebra servikal dari foto sefalometri lateral9

Gambar 2.2 Tahap kalsifikasi gigi berdasarkan Demirjian dkk13

Gambar 2.3 Siklus pertumbuhan dan perkembangan gigi21

Gambar 2.4 Maloklusi skeletal kelas I30

Gambar 2.5 Maloklusi skeletal kelas II31

Gambar 2.6 Maloklusi skeletal kelas III32

Gambar 2.7 Sefalometri lateral dan Sefalometri anteroposterior35

Gambar 2.8 Titik-titik yang sering digunakan dalam analisis sefalogram38

Gambar 2.9 Garis-garis panduan tracing sefalometri lateral39



DAFTAR SINGKATAN

ANB	: Hasil pengurangan dari SNA dan SNP
C	: Caninus permanen
DA	: <i>Dental Age</i>
Dkk	: Dan kawan-kawan
FH	: Garis yang menghubungkan titik P dan O
FHP	: <i>Frankfurt Horizontal Plane</i>
Gn	: Gnation
Go	: Gonion
I1	: Insisif sentral permanen
I2	: Insisif lateral permanen
IEE	: <i>Inner Enamel Epithelium</i>
M1	: Molar pertama permanen
M2	: Molar kedua permanen
M3	: Molar ketiga
Me	: Menton
N	: Nasion
O	: Orbital
OEE	: <i>Outer Enamel Epithelium</i>
P	: Porion
P1	: Premolar pertama permanen
P2	: Premolar kedua permanen
Pg	: Pogonion
S	: Sella turcica
SN	: Garis yang menghubungkan titik S dan N
SNA	: Spina Nasalis Anterior; ujung dari spina nasalis anterior
SNP	: Spina Nasalis Posterior; batas paling posterior dari palatum
Thn	: Tahun
TMJ	: <i>Temporomandibular Joint</i>
UK	: Usia Kronologis



WHO: *World Health Organization*



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Sertifikat Kelaikan Etik.....	81
Lampiran 2.	Surat Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data.....	82
Lampiran 3.	Dokumentasi Penelitian.....	83
Lampiran 4.	Hasil Uji Analisis.....	87



ABSTRAK

Putri, Maharani Setyowati. 2019. Perbedaan Usia Kronologis dan Usia Dental Pada Pasien Anak dengan Pola Skeletal Kelas I, II dan III Menggunakan Metode Willems, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Brawijaya. Pembimbing: drg. Kuni Ridha Andini, Sp.Ort.

Latar Belakang: Penentuan rencana perawatan ortodonti perlu mempertimbangkan usia anak pada masa tumbuh kembang. Dalam bidang ortodonti, selain menggunakan usia kronologis, perlu memperhatikan usia biologis. Salah satu indikator usia biologis adalah usia dental. Usia dental dapat ditentukan dari tahap kalsifikasi gigi yang berlangsung seumur hidup. Maloklusi skeletal merupakan kelainan perkembangan rahang yang kurang berkembang atau tumbuh berlebih. Metode Willems salah satu metode yang digunakan untuk menilai usia dental. Metode ini memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dalam mengestimasi usia kronologis. **Tujuan:** Mengetahui perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan desain *retrospective study*. Subjek sebanyak 45 sampel berusia 8 – 12 tahun dengan pembagian 15 sampel pada setiap kelompok skeletal. Setiap sampel di tentukan usia kronologis dengan menghitung selisih dari tanggal pengambilan foto panoramik dengan tanggal lahir, usia dental ditentukan menggunakan metode Willems, dan pola skeletal kelas I, II dan III dengan melakukan pengukuran ANB. **Hasil penelitian:** Menunjukkan terdapat perbedaan rata-rata usia kronologis dengan usia dental pada setiap kelompok dengan $p < 0,05$. Kemudian membandingkan rata-rata tersebut antar kelompok didapatkan tidak terdapat perbedaan signifikan dengan $p > 0,05$. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu terdapat perbedaan rata-rata usia kronologis dengan usia dental pada setiap kelompok.

Kata kunci : Usia Dental, Usia kronologis, Maloklusi Skeletal, Metode Willems.



ABSTRACT

Putri, Maharani Setyowati. 2019. The Differences of Chronological Age and Dental Age in Pediatric Patients with Skeletal Patterns Class I, II and III Using Willems Method, Dentistry Program, Faculty of Dentistry, Brawijaya University. Supervisor: drg. Kuni Ridha Andini, Sp.Ort.

Background: Determination of the orthodontic treatment plan needs to be considered the age of the child during growth and development. In the field of orthodontics, besides using chronological age, it is necessary to pay attention to the biological age. One of indicator of biological age is dental age. The dental age can be determined from dental calcification stage that lasts a lifetime. Skeletal malocclusion is a developmental jaw disorder that is less developed or overgrown. The Willems method is one of the methods to assess dental age. This method has a better level of accuracy in estimating chronological age. **Objective:** Determine the differences in chronological age and dental age in pediatric patients with skeletal patterns in class I, II and III using the Willems method. **Methods:** this study is an analytical study with a retrospective study design. Subjects 45 samples aged 8 - 12 years with a distribution of 15 samples in each skeletal group. Each sample was determined its chronological age by calculating the difference from the date of panoramic photos was taken with the date of birth, dental age determined using the Willems method, and skeletal patterns class I, II and III by measuring ANB. **Results:** There are differences in the mean between chronological age and dental age in each group with $p < 0.05$. Then comparing these mean between groups found to be not statistically significant differences with $p > 0.05$. The conclusion of this study is that there is differences in the mean of chronological age and dental age in each group.

Keywords: Dental Age, Chronological Age, Skeletal Malocclusion, Willems Method.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan dan perkembangan memiliki peran penting bagi ilmu ortodonti dalam menentukan waktu perawatan ideal pada kasus maloklusi. Maloklusi secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu maloklusi tipe dental dan maloklusi tipe skeletal. Maloklusi tipe dental merupakan penyimpangan ukuran, bentuk, letak atau jumlah gigi yang berdampak pada oklusi normal tetapi hubungan maksila dan mandibula normal (Kusnoto dkk, 2016; Rahardjo, 2016). Sedangkan maloklusi tipe skeletal merupakan hubungan maksila dan mandibula yang tidak harmonis meliputi abnormalitas ukuran, posisi atau relasi maksila dan mandibula (Meidiyanto dan Ardhana, 2011). Maloklusi tipe skeletal terbagi dalam arah vertikal, transversal dan sagittal. Penyimpangan skeletal dalam arah vertikal dapat ditemukan gigitan dalam dan gigitan terbuka anterior, penyimpangan skeletal dalam arah transversal dapat ditemukan gigitan silang posterior serta penyimpangan skeletal dalam arah sagittal dapat ditemukan rahang yang prognati atau retrognati (Kusnoto dkk, 2016).

Dalam menangani kasus disharmoni skeletal memerlukan pemahaman yang baik mengenai tumbuh kembang dentokraniofasial, etiologi maloklusi, mekanoterapi, dan waktu perawatan yang ideal untuk dilakukan (Mardiati, 2012). Hal ini berkaitan dengan rencana perawatan yang akan dilakukan (Arifin dkk, 2016). Penentuan rencana perawatan perlu mempertimbangkan usia anak ketika anak mengalami keluhan pada giginya (Indriyanti dkk, 2006). Pada anak yang sedang tumbuh kembang untuk mengetahui status pertumbuhan dapat diketahui dengan melihat karakteristik pertumbuhan diantaranya yaitu usia dental yang melihat waktu erupsi dan tahap kalsifikasi gigi dengan bantuan foto radiologi serta usia kronologis



dengan pengamatan pada berat badan dan tinggi badan (Jurca dkk, 2014).

Usia kronologis adalah usia yang dihitung berdasarkan tanggal, bulan dan tahun lahir sampai dengan sekarang (Hasan dan Abuaffan, 2016). Usia kronologis digunakan oleh berbagai disiplin ilmu, beberapa diantaranya yaitu untuk estimasi usia seseorang yang tidak diketahui identitasnya dalam bidang kedokteran forensik dan menentukan perawatan yang tepat pada kasus maloklusi dalam bidang kedokteran gigi khususnya ortodonti (Swastirani dkk, 2018). Usia kronologis dari anak yang tidak diketahui identitasnya, maka dapat ditentukan dari maturasi somatik. Namun, maturasi somatik memiliki kekurangan yaitu tingkat variabilitas yang tinggi sehingga usia kronologis tidak cukup hanya digunakan untuk menilai tahap pertumbuhan (Kumar dkk, 2012; Yunus dan Wardhani, 2016). Dalam bidang ortodonti, penentuan waktu perawatan yang ideal dirasa kurang tepat jika dilakukan berdasarkan usia kronologis dari pasien anak. Penentuan waktu perawatan yang ideal dilakukan berdasarkan tahap maturasi biologis seorang anak. Oleh karena itu, diperlukan penentuan usia biologis (Mardiati, 2012).

Usia biologis dapat ditentukan salah satunya dari usia dental. Usia dental biasanya ditentukan dari maturasi dental (Ogodescu dkk, 2011). Maturasi dental dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan diagnosis, rencana perawatan dan tujuan perawatan yang tepat dalam perawatan ortodonti (Krailassiri dkk, 2002). Menentukan usia dental dapat dinilai berdasarkan fase erupsi gigi dan tahap kalsifikasi gigi dengan bantuan foto radiologi (Jurca dkk, 2014). Menurut beberapa penelitian kalsifikasi gigi lebih diutamakan dalam menilai maturasi dental karena kalsifikasi berlangsung terus-menerus seumur hidup sehingga dapat dinilai dengan foto radiografi (Kurita dkk, 2007; Celikoglu dkk, 2011). Maturasi dental dipertimbangkan secara klinis pada level penurunan dan peningkatan pertumbuhan kraniofasial, seperti penggunaan peranti fungsional, waktu dan penggunaan traksi ekstraoral, perawatan dengan atau



tanpa pencabutan dan waktu pembedahan ortognati (Kraillassiri dkk, 2002).

Metode Willems merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menilai usia dental. Metode Willems merupakan modifikasi dari metode Demirjian pada sistem skoring (Kuswandari, 2014; Mohammed dkk, 2014). Metode Willems didasarkan pada metode Demirjian pada tahap kalsifikasi mahkota sampai kalsifikasi akar hingga tertutupnya apeks dalam perkembangan tujuh gigi permanen rahang bawah kiri melalui foto radiologi panoramik. Penelitian yang telah dilakukan oleh Apaydin dan Yasar (2018) mengatakan bahwa metode Willems memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dalam menentukan usia dental dibandingkan dengan metode Demirjian dan metode Cameriere. Hal ini sejalan dengan penelitian Maber dkk (2006) menyatakan bahwa metode Willems lebih akurat dalam menilai usia dental disusul oleh metode Demirjian, metode Nolla dan metode Haavikko.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui adanya perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.



1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui rata-rata usia kronologis pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III.
- b. Mengetahui rata-rata usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III.
- c. Mengetahui perbedaan rata-rata usia kronologis dengan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.
- d. Membandingkan rata-rata usia kronologis dengan usia dental antar pola skeletal kelas I, II dan III.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

- a. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang Kedokteran Gigi yang berkaitan dengan perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.
- b. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai dampak adanya perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III terhadap rencana perawatan ortodonti yang akan diberikan pada pasien tumbuh kembang.

1.4.2 Manfaat Praktis

- a. Untuk Fakultas
Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi kepastakaan mengenai perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.
- b. Untuk Peneliti
Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pengalaman dan pengetahuan tambahan kepada peneliti mengenai perbedaan



usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.





BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Anak

Pertumbuhan dan perkembangan adalah proses fisiologis yang tidak dapat dipisahkan pada usia anak-anak. Pola pertumbuhan anak dapat bervariasi pada setiap individu tergantung dari beberapa faktor seperti lingkungan dan genetik (Kurita dkk, 2007). Pertumbuhan adalah penambahan jumlah, ukuran, besar atau dimensi pada tingkat sel maupun organ. Pertumbuhan dapat diukur secara kuantitatif dengan satuan berat, panjang dan lain lain. Sedangkan perkembangan merujuk pada penambahan kemampuan dari struktur dan fungsi tubuh menjadi lebih kompleks (Chamidah, 2009). Terjadi peningkatan kompleksitas dari sel tunggal menjadi kesatuan multifungsional seperti diferensiasi sel-sel, jaringan, organ dan sistem organ untuk mencapai tahap maturasi (Chamidah, 2009; Kusnoto dkk, 2016).

Dalam bidang ortodonti, menentukan waktu perawatan yang ideal merupakan suatu hal yang penting dalam menangani kasus disharmoni dentoskeletal pada pasien anak yang sedang dalam masa tumbuh kembang (Lopes dkk, 2016). Usia anak menjadi salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam bidang ortodonti untuk menentukan waktu perawatan ideal pada kasus maloklusi. Hal ini berkaitan dengan diagnosis, rencana perawatan dan tujuan perawatan yang akan dilakukan (Arifin dkk, 2016; Zajac dkk, 2017).

2.2 Usia Anak

Dalam menentukan rencana dan waktu perawatan ortodonti perlu mempertimbangkan usia terutama pada pasien anak yang masih dalam tahap tumbuh kembang (Sudarso, 2011). Usia dapat diperkirakan seiring dengan meningkatnya tahap tumbuh kembang struktur tubuh seperti perubahan fisik yang konstan sehingga setiap tahap dari proses perubahan dapat dihubungkan dengan usia



seseorang (Putri dkk, 2013). Dalam bidang ortodonti, menentukan waktu perawatan yang ideal menggunakan usia kronologis dari pasien anak dirasa kurang tepat. Penentuan waktu perawatan yang ideal harus dilakukan berdasarkan tahap maturasi biologis seorang anak. Maka dari itu, penentuan usia biologis perlu ditentukan (Mardiati, 2012).

2.2.1 Usia Kronologis

Usia kronologis merupakan salah satu cara yang paling mudah untuk menentukan pertumbuhan seorang anak. Usia kronologis ditentukan dari tanggal tahun kelahiran seseorang. Namun, usia kronologis kurang bisa menjadi indikator yang akurat dalam memprediksi pertumbuhan (Macha dkk, 2017). Penilaian ini memiliki kekurangan yaitu tingkat variabilitas kematangan somatik antar individu yang tinggi (Krailassiri dkk, 2002; Andy, 2011).

2.2.2 Usia Biologis

Selain usia kronologis, pertumbuhan dan perkembangan manusia dinilai berdasarkan usia biologis. Usia biologis mengacu pada derajat maturasi dari sistem jaringan yang berbeda. Usia biologis digunakan untuk menunjukkan pertumbuhan anak yang sedang tumbuh kembang sudah mencapai suatu tahapan tertentu. Terdapat tiga bentuk usia biologis yaitu usia skeletal, maturasi seksual dan usia dental (Esenlik dkk, 2014; Jurca dkk, 2014).

2.2.2.1 Usia Skeletal

Usia skeletal atau usia tulang mengacu pada derajat maturasi atau perkembangan osifikasi tulang. Maturasi skeletal melibatkan transisi jangka panjang dari tulang kartilago pada masa pertumbuhan prenatal sampai menjadi tulang yang berkembang sepenuhnya di awal masa remaja (Lloyd dkk, 2014; Nanda dkk, 2017).

Menurut Hassel dan Farman (1995) yang dikutip dalam Hasan dan Abuaffan (2016) menyatakan bahwa menilai maturasi skeletal sangat penting di bidang ortodonti dalam membantu



menentukan waktu perawatan karena setiap individu memiliki variasi waktu, durasi dan percepatan pertumbuhan yang berbeda. Menilai maturasi skeletal dapat menggunakan radiografi telapak tangan (*Hand-wrist radiograph*) dan vertebra servikal (Kamble dkk, 2014). Radiografi telapak tangan dianggap sebagai indikator terbaik dalam menilai maturasi skeletal. Selain itu, beberapa penelitian mengatakan bahwa maturasi skeletal yang dinilai dari radiografi telapak tangan berhubungan erat dengan *growth spurt*. Namun, penggunaan radiografi telapak tangan secara rutin untuk menilai pertumbuhan menjadi perhatian khusus karena pasien akan terpapar radiasi yang berlebihan. Oleh karena itu, penggunaan radiografi sefalometri lateral dengan menilai maturasi vertebra servikal menjadi pilihan yang baik sekaligus menghindari paparan radiasi berlebih dari radiograf tambahan (Giri dkk, 2016; Nanda dkk, 2017).

Gambar 2.1 Radiografi *hand-wrist* (telapak tangan) dan vertebra servikal dari foto sefalometri lateral.



Sumber: Khal dkk, 2008

2.2.2.2 Maturasi Seksual

Maturasi seksual mengacu pada tahap kematangan fungsional sepenuhnya dari organ reproduksi. Maturasi seksual dapat dinilai melalui observasi perkembangan karakteristik seks sekunder (Lloyd dkk, 2014). Perkembangan karakteristik seks sekunder diantaranya yaitu perkembangan genitalia (penis dan testis) pada laki-laki, perkembangan payudara dan tumbuhnya rambut pubis pada kedua jenis kelamin (Muliani dkk, 2017). Maturasi seksual dapat menjadi indikator maturasi biologis (Lloyd dkk, 2014). Namun, maturasi seksual memiliki kelemahan yaitu sulit untuk menentukan kapan tepat terjadinya maturasi seksual karena maturasi seksual dapat terjadi pada saat puncak pertumbuhan atau setelah puncak pertumbuhan (Arifin dkk, 2016).

2.2.2.3 Usia Dental

Usia dental adalah usia gigi yang ditentukan berdasarkan dua cara yaitu fase erupsi gigi dan tahap kalsifikasi gigi atau maturasi gigi yang dapat terlihat pada foto radiografi (Demirjian dkk, 1973; Kuswandari, 2014). Dalam menentukan usia dental, kalsifikasi gigi lebih diutamakan daripada fase erupsi gigi karena fase erupsi gigi yang bersifat cepat dan sulit dalam menentukan waktu. Sedangkan kalsifikasi gigi bersifat berlangsung seumur hidup sehingga dapat dinilai dengan foto radiografi dan tidak begitu dipengaruhi oleh faktor lokal dan sistemik (Kurita dkk, 2007; Macha dkk, 2017). Fase erupsi gigi dipengaruhi oleh beberapa faktor lokal antara lain yaitu gigi berdesakan, malnutrisi, pencabutan dini, ankilosis, erupsi ektopik dan persistensi gigi sulung (Celikoglu dkk, 2011). Penilaian kalsifikasi gigi dianggap sebagai metode yang lebih baik digunakan untuk menentukan usia biologis anak. Kalsifikasi gigi dipilih daripada erupsi gigi yang dilihat secara klinis di dalam rongga mulut karena jarang dipengaruhi oleh faktor lokal dan sistemik melainkan lebih dipengaruhi oleh genetik (Jurca dkk, 2014). Pada pasien dengan maturasi dental yang terlambat maka perawatan ortodonti dapat dilakukan di tahap selanjutnya sehingga akan mempersingkat



durasi perawatan dan hasil perawatan lebih stabil (Ogodescu dkk, 2011).

2.2.2.3.1 Metode Menentukan Usia Dental

Terdapat beberapa metode dalam menentukan usia dental antara lain yaitu metode Demirjian dan metode Willems (Kuswandari, 2014; Mohammed dkk, 2014).

2.2.2.3.1.1 Metode Demirjian

Pada tahun 1973, Demirjian membuat suatu metode perkiraan usia dental atau maturasi dental dengan mengacu pada perkembangan tujuh gigi permanen di rahang bawah kiri yang dapat dilihat lewat foto panoramik. Metode ini dapat diaplikasikan pada anak usia 3 – 17 tahun (Demirjian dkk, 1973). Metode Demirjian menggunakan sistem penilaian berdasarkan gigi-gigi yang sedang berkembang sehingga prediksi usia dental relatif akurat karena metode Demirjian tidak menggunakan erupsi gigi (Willems dkk, 2001). Erupsi gigi banyak dipengaruhi oleh faktor lokal seperti ankilosis, pencabutan dini gigi sulung, impaksi dan gigi permanen yang berdesakan. (Demirjian dkk, 1973). Sedangkan perkembangan tujuh gigi permanen lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti genetik (Jurca dkk, 2014).

Gigi-gigi yang dinilai perkembangannya yaitu insisif sentral, insisif lateral, kaninus, premolar pertama, premolar kedua, molar pertama dan molar kedua di rahang bawah kiri. Sistem penilaian usia dental dibedakan antara jenis kelamin perempuan dan laki-laki (Demirjian dkk, 1973). Metode Demirjian membatasi jumlah tahap perkembangan gigi menjadi delapan tahapan yang diberi skor “A” sampai “H” sesuai dengan kalsifikasi masing-masing (Apriyono, 2016). Apabila belum terlihat adanya kalsifikasi gigi pada foto panoramik, maka tahap tersebut di beri skor 0 (nol). Setiap benih gigi mempunyai skor tersendiri dari tahap kalsifikasinya. Kemudian, skor dari tujuh gigi permanen yang sedang berkembang dijumlahkan.

Jumlah skor tersebut merupakan nilai usia dental atau maturasi



dental yang kemudian dikonversi menjadi perkiraan usia kronologis. Demirjian menggunakan gigi pada rahang bawah karena terlihat lebih jelas pada foto radiografi panoramik jika dibandingkan gigi rahang atas yang superimposisi dengan struktur anatomi yang kompleks. Selain itu, Demirjian hanya menggunakan sisi kiri rahang bawah karena sisi ini terlihat jelas dan bila menggunakan kedua sisi rahang bawah akan terjadi duplikasi informasi antar sisi (Demirjian dkk, 1973; Agitha, 2016).

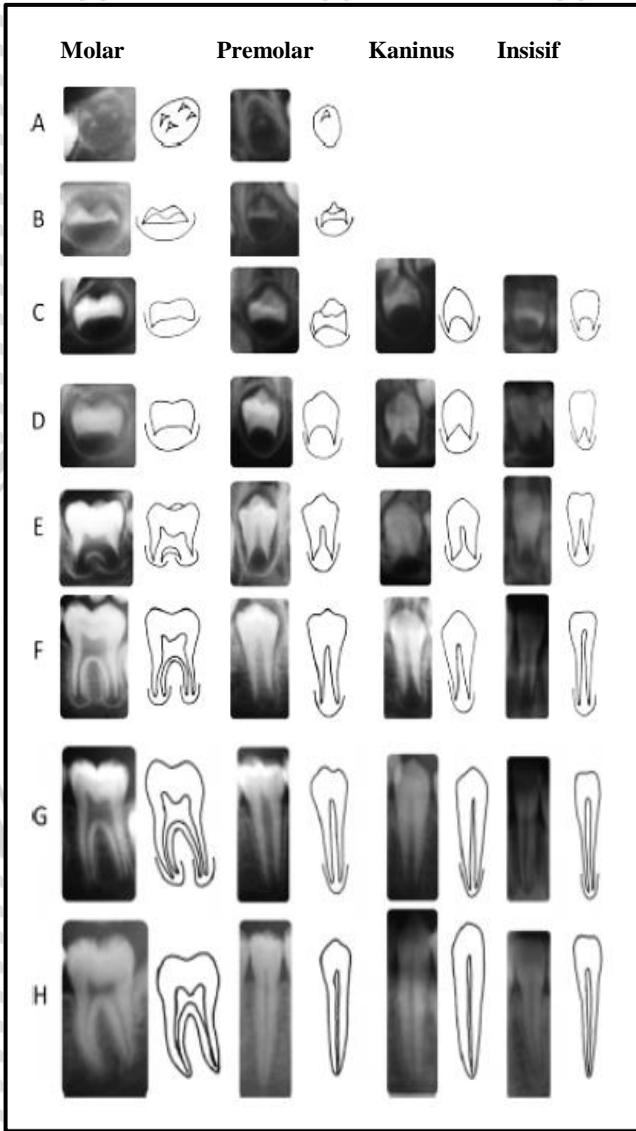
Tabel 2.1 Tahap mineralisasi menurut metode Demirjian.

Tahap	Keterangan
A	Terjadi kalsifikasi pada titik oklusal namun belum terbentuk fusi dari kalsifikasi bagian lain
B	Terjadi fusi dari titik mineralisasi pada satu atau beberapa cusp sehingga kontur permukaan oklusal sudah terlihat
C	Kalsifikasi enamel gigi selesai, enamel tampak memanjang dan konvergen ke arah servikal. Pada tahap ini, sudah dimulai proses disposisi dentin. Terlihat kontur tepi oklusal <i>pulp chamber</i>
D	Pembentukan mahkota sudah selesai. Bentuk kamar pulpa sudah mulai terlihat konvergen ke arah servikal dan terlihat adanya tanduk pulpa
E	Panjang dari akar gigi terlihat lebih pendek dari tinggi mahkota
F	Panjang dari akar gigi terlihat melebihi tinggi mahkota
G	Pembentukan akar sudah selesai, tetapi foramen apikalnya belum menutup sempurna
H	Foramen apikal sudah tertutup

Sumber: Demirjian dkk, 1973



Gambar 2.2 Tahap kalsifikasi gigi berdasarkan Demirjian dkk.



Sumber: Apriyono, 2016



Tabel 2.2 Penilaian tahap kalsifikasi pada 7 gigi permanen kiri rahang bawah untuk anak laki-laki menurut Demirjian dkk.

Gigi	A	B	C	D	E	F	G	H
Insisif Sentral	...	...	...	...	1,9	4,1	8,2	11,8
Insisif Lateral	...	...	...	3,2	5,2	7,8	11,7	13,7
Kaninus	...	...	...	3,5	7,9	10,0	11,0	11,9
Premolar Pertama	...	...	3,4	7,0	11,0	12,3	12,7	13,5
Premolar Kedua	1,7	3,1	5,4	9,7	12,0	12,8	13,2	14,4
Molar Pertama	...	...	...	8,0	9,6	12,3	17,0	19,3
Molar Kedua	2,1	3,5	5,9	10,1	12,5	13,2	13,6	15,4

Sumber: Demirjian dkk, 1973

Tabel 2.3 Penilaian tahap kalsifikasi pada 7 gigi permanen kiri rahang bawah untuk anak perempuan menurut Demirjian dkk.

Gigi	A	B	C	D	E	F	G	H
Insisif Sentral	...	...	...	...	2,4	5,1	9,3	12,9
Insisif Lateral	...	...	...	3,2	5,6	8,0	12,2	14,2
Kaninus	...	...	...	3,8	7,3	10,3	11,6	12,4
Premolar Pertama	...	0,0	3,7	7,5	11,8	13,1	13,4	14,1
Premolar Kedua	1,8	3,4	6,5	10,6	12,7	13,5	13,8	14,6
Molar Pertama	...	...	...	4,5	6,2	9,0	14,0	16,2
Molar Kedua	2,7	3,9	6,9	11,1	13,5	14,2	14,5	15,6

Sumber: Demirjian dkk, 1973



Tabel 2.4 Konversi total skor jenis kelamin laki-laki.

Laki-laki							
Usia	Skor	Usia	Skor	Usia	Skor	Usia	Skor
3	12,4	7	46,7	11	92	15	97,6
0,1	12,9	0,1	48,3	0,1	92,2	0,1	97,7
0,2	13,5	0,2	50	0,2	92,5	0,2	97,8
0,3	14	0,3	52	0,3	92,7	0,3	97,8
0,4	14,5	0,4	54,3	0,4	92,9	0,4	97,9
0,5	15	0,5	56,8	0,5	93,1	0,5	98
0,6	15,6	0,6	59,6	0,6	93,3	0,6	98,1
0,7	16,2	0,7	62,5	0,7	93,5	0,7	98,2
0,8	17	0,8	66	0,8	93,7	0,8	98,2
0,9	17,6	0,9	69	0,9	93,9	0,9	98,3
4	18,2	8	71,6	12	94	16	98,4
0,1	18,9	0,1	73,5	0,1	94,2		
0,2	19,7	0,2	75,1	0,2	94,4		
0,3	20,4	0,3	76,4	0,3	94,5		
0,4	21	0,4	77,7	0,4	94,6		
0,5	21,7	0,5	79	0,5	94,8		
0,6	22,4	0,6	80,2	0,6	95		
0,7	23,1	0,7	81,2	0,7	95,1		
0,8	23,8	0,8	82	0,8	95,2		
0,9	24,6	0,9	82,8	0,9	95,4		
5	25,4	9	83,6	13	95,6		
0,1	26,2	0,1	84,3	0,1	95,7		
0,2	27	0,2	85	0,2	95,8		
0,3	27,8	0,3	85,6	0,3	95,9		
0,4	28,6	0,4	86,2	0,4	96		
0,5	29,5	0,5	86,7	0,5	96,1		
0,6	30,3	0,6	87,2	0,6	96,2		
0,7	31,1	0,7	87,7	0,7	96,3		
0,8	31,8	0,8	88,2	0,8	96,4		
0,9	32,6	0,9	88,6	0,9	96,5		
6	33,6	10	89	14	96,6		
0,1	34,7	0,1	89,3	0,1	96,7		
0,2	35,8	0,2	89,7	0,2	96,8		
0,3	36,9	0,3	90	0,3	96,9		
0,4	38	0,4	90,3	0,4	97		
0,5	39,2	0,5	90,6	0,5	97,1		

Sumber: Demirjian dkk, 1973



Tabel 2.5 Konversi total skor jenis kelamin perempuan.

Perempuan							
Usia	Skor	Usia	Skor	Usia	Skor	Usia	Skor
3	13,7	7	51	11	94,5	15	99,2
0,1	14,4	0,1	52,9	0,1	94,7	0,1	99,3
0,2	15,1	0,2	55,5	0,2	94,9	0,2	99,4
0,3	15,8	0,3	57,8	0,3	95,1	0,3	99,4
0,4	16,6	0,4	61	0,4	95,3	0,4	99,5
0,5	17,3	0,5	65	0,5	95,4	0,5	99,6
0,6	18	0,6	68	0,6	95,6	0,6	99,6
0,7	18,8	0,7	71,8	0,7	95,8	0,7	99,7
0,8	19,5	0,8	75	0,8	96	0,8	99,8
0,9	20,3	0,9	77	0,9	96,2	0,9	99,9
4	21	8	78,8	12	96,3	16	100
0,1	21,8	0,1	80,2	0,1	96,4		
0,2	22,5	0,2	81,2	0,2	96,5		
0,3	23,2	0,3	82,2	0,3	96,6		
0,4	24	0,4	83,1	0,4	96,7		
0,5	24,8	0,5	84	0,5	96,8		
0,6	25,6	0,6	84,8	0,6	96,9		
0,7	26,4	0,7	85,3	0,7	97		
0,8	27,2	0,8	86,1	0,8	97,1		
0,9	28	0,9	86,7	0,9	97,2		
5	28,9	9	87,2	13	97,3		
0,1	29,7	0,1	87,8	0,1	97,4		
0,2	30,5	0,2	88,3	0,2	97,5		
0,3	31,3	0,3	88,8	0,3	97,6		
0,4	32,1	0,4	89,3	0,4	97,7		
0,5	33	0,5	89,8	0,5	97,8		
0,6	34	0,6	90,2	0,6	98		
0,7	35	0,7	90,7	0,7	98,1		
0,8	36	0,8	91,1	0,8	98,2		
0,9	37	0,9	91,4	0,9	98,3		
6	38	10	91,8	14	98,3		
0,1	39,1	0,1	92,1	0,1	98,4		
0,2	40,2	0,2	92,3	0,2	98,5		
0,3	41,3	0,3	92,6	0,3	98,6		
0,4	42,5	0,4	92,9	0,4	98,7		
0,5	43,9	0,5	93,2	0,5	98,8		
0,6	45,2	0,6	93,5	0,6	98,9		
0,7	46,7	0,7	93,7	0,7	99		
0,8	48	0,8	94	0,8	99,1		
0,9	49,5	0,9	94,2	0,9	99,1		

Sumber: Demirjian dkk, 1973



2.2.2.3.1.2 Metode Willems

Pada tahun 2001, Willems melakukan modifikasi sistem penilaian usia dental dari metode Demirjian. Alasan dilakukan modifikasi karena beberapa literatur mengatakan bahwa perkiraan usia dari metode Demirjian banyak menunjukkan hasil overestimasi dari usia kronologis (Agitha, 2016). Hal ini diperkuat dengan beberapa studi komparatif yang menyatakan bahwa metode Willems memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dalam memperkirakan usia dental dibandingkan beberapa metode lainnya. Studi komparatif yang dilakukan oleh Maber dkk (2006) menyatakan bahwa metode Willems menunjukkan keakuratan yang lebih baik daripada metode Demirjian, Nolla dan Haavikko. Metode Willems terlihat underestimasi mendekati usia kronologis, dengan skor -0,05 pada laki-laki dan -0,20 pada perempuan sedangkan metode Demirjian terlihat overestimasi 0,25 pada laki-laki dan 0,23 pada perempuan. Pada tahun 2018, Apaydin dan Yasar melakukan studi komparatif yang menunjukkan metode Willems terlihat underestimasi mendekati usia kronologis dengan skor 0,062 pada perempuan dan 0,056 pada laki-laki. Sedangkan metode Cameriere terlihat underestimasi sebesar 0,550 pada perempuan dan 0,603 pada laki-laki (Maber dkk, 2006; Apaydin dan Yasar, 2018).

Willems melakukan penelitian pada populasi Belgia Kaukasian dengan menggunakan tahapan kalsifikasi gigi permanen dari metode Demirjian. Sebanyak 2523 foto panoramik anak usia 2 tahun sampai 18 tahun yang dibedakan antara jenis kelamin laki-laki sebanyak 1265 dan perempuan sebanyak 1258 pada populasi Belgia Kaukasian. (Willems dkk, 2001; Agitha, 2016). Tabel penilaian usia dental atau maturasi dental pada metode Demirjian dimodifikasi oleh Willems sehingga lebih sederhana, mudah digunakan dan lebih akurat daripada metode Demirjian (Sehrawat dan Singh, 2017). Selain itu, tabel penilaian usia dental dari metode Willems dapat langsung mengekspresikan estimasi usia kronologis pada anak perempuan dan laki-laki (Agitha, 2016).



Tabel 2.6 Penilaian tahap kalsifikasi pada 7 gigi permanen kiri rahang bawah untuk anak laki-laki menurut Willems.

Gigi	A	B	C	D	E	F	G	H
Insisif Sentral	...	...	1,68	1,49	1,5	1,86	2,07	2,19
Insisif Lateral	...	...	0,55	0,63	0,74	1,08	1,32	1,64
Kaninus	...	...	...	0,04	0,31	0,47	1,09	1,9
Premolar Pertama	0,15	0,56	0,75	1,11	1,48	2,03	2,43	2,83
Premolar Kedua	0,08	0,05	0,12	0,27	0,33	0,45	0,4	1,15
Molar Pertama	...	...	...	0,69	1,14	1,6	1,95	2,15
Molar Kedua	0,18	0,48	0,71	0,8	1,31	2	2,48	4,17

Sumber: Willems dkk, 2001

Tabel 2.7 Penilaian tahap kalsifikasi pada 7 gigi permanen kiri rahang bawah untuk anak perempuan menurut Willems.

Gigi	A	B	C	D	E	F	G	H
Insisif Sentral	...	...	1,83	2,19	2,34	2,82	3,19	3,14
Insisif Lateral	...	...	...	0,29	0,32	0,49	0,79	0,7
Kaninus	...	...	0,6	0,54	0,62	1,08	1,72	2
Premolar Pertama	-0,95	-0,15	0,16	0,41	0,6	1,27	1,58	2,19
Premolar Kedua	-0,19	0,01	0,27	0,17	0,35	0,35	0,55	1,51
Molar Pertama	...	...	...	0,62	0,9	1,56	1,82	2,21
Molar Kedua	0,14	0,11	0,21	0,32	0,66	1,28	2,09	4,04

Sumber: Willems dkk, 2001



2.3 Pertumbuhan dan Perkembangan Gigi

Bukti adanya perkembangan gigi manusia dapat diamati pada minggu ke-6 masa embriogenik. Benih gigi berasal dari 2 jaringan embrio yaitu ektodermal dan mesodermal. Lapisan ektodermal berfungsi membentuk enamel dan odontoblas. Selanjutnya terdapat lapisan mesodermal yang berfungsi membentuk dentin, pulpa, sementum, jaringan periodontal dan tulang alveolar. Pertumbuhan dan perkembangan gigi dibagi dalam tiga proses yaitu perkembangan gigi, kalsifikasi gigi dan erupsi gigi (Pinkham dkk, 2005; McDonald dan Avery, 2011):

2.3.1 Tahap Perkembangan Gigi

Tahap perkembangan gigi sebagai berikut (Pinkham dkk, 2005; McDonald dan Avery, 2011):

a. Inisiasi (*bud stage*)

Tahap ini merupakan permulaan terbentuknya *bud* atau kuncup dari epitel mulut. Terjadi proliferasi yang cepat pada sel-sel tertentu di lapisan basal dari epitel mulut. Hasilnya yaitu penebalan epitel pada bagian yang nantinya akan membentuk *dental arch* atau lengkung gigi dan meluas hingga seluruh bagian rahang atas dan rahang bawah.

b. Proliferasi (*cap stage*)

Pada tahap ini, proliferasi sel-sel masih terus berlanjut. Kemudian terbentuk invaginasi dangkal pada lapisan terdalam dari *bud* hingga membentuk *cap* atau menyerupai topi. Ketika *cap* mulai terbentuk, sel-sel mesenkim akan mengalami perubahan hingga membentuk dental papilla. Dental papilla akan berkembang membentuk dentin dan pulpa. Sel-sel mesenkim yang mengelilingi dental organ dan dental papilla akan membentuk *dental sac*. *Dental sac* akan berkembang menjadi sementum dan membran periodontal.

c. Histodiferensiasi (*bell stage*)



Proses invaginasi masih terus berlanjut hingga terjadi perubahan dari bentuk *cap* menjadi *bell*. Sel-sel IEE (*Inner Enamel Epithelium*) semakin memanjang dan silindris yang disebut ameloblas akan berdiferensiasi menjadi enamel dan sel-sel tepi dari dental papilla akan menjadi odontoblas yang kemudian berdiferensiasi menjadi dentin.

d. Morfodiferensiasi

Sel-sel pembentuk gigi tersusun sedemikian rupa dan dipersiapkan untuk menghasilkan bentuk dan ukuran gigi selanjutnya. Proses ini terjadi sebelum dimulainya deposisi matriks. Morfologi gigi dapat ditentukan ketika *inner enamel epithelium* tersusun sedemikian rupa sehingga batas antara *inner outer* dan odontoblas merupakan gambaran *dentinoenamel junction* yang akan terbentuk. *Dentinoenamel junction* memiliki peran yaitu sebagai pola pembentuk gigi geligi. Deposit enamel dan matriks dentin di daerah tempat sel-sel ameloblas dan odontoblas yang akan menyempurnakan gigi sesuai bentuk dan ukurannya.

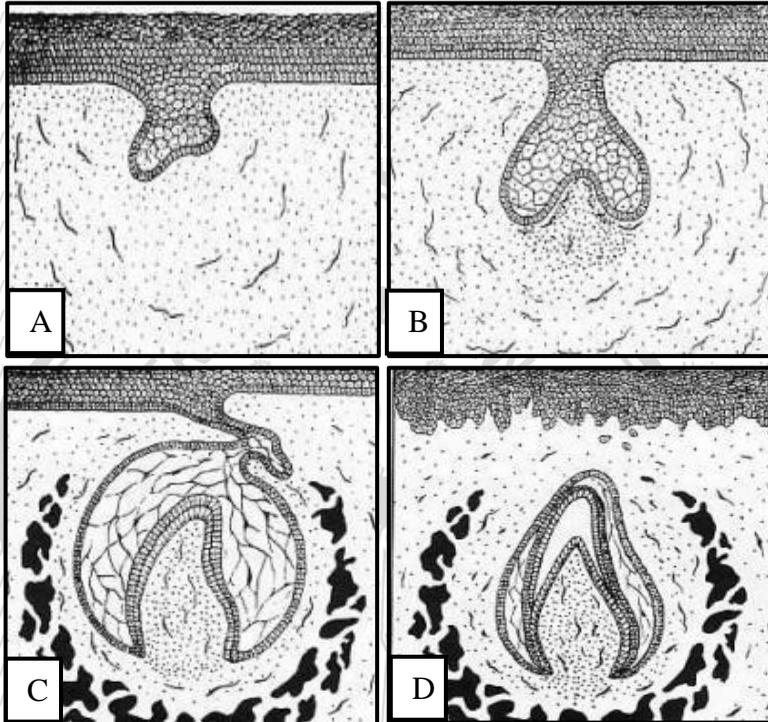
e. Aposisi

Pada tahap aposisi terjadi pengendapan matriks enamel dan dentin. Pertumbuhan aposisi enamel dan dentin adalah pengendapan berlapis-lapis dari matriks ekstraseluler.



Gambar 2.3 Siklus pertumbuhan dan perkembangan gigi.

- (A) Tahap inisiasi (*bud stage*), (B) Tahap Proliferasi (*cap stage*),
 (C) Tahap histodiferensiasi dan morfodiferensiasi (*bell stage*),
 (D) Tahap aposisi dan kalsifikasi.



Sumber: Pinkham dkk, 2005

2.3.2 Tahap Kalsifikasi Gigi

Kalsifikasi gigi adalah suatu tahap pengendapan matriks dan garam-garam kalsium. Kalsifikasi dimulai di dalam matriks yang sebelumnya sudah terdeposisi dengan jalan presipitasi dari satu bagian ke bagian lainnya dengan penambahan lapis demi lapis. Proses kalsifikasi tidak sama antar individu, hal ini disebabkan oleh adanya faktor genetik. Faktor genetik mempengaruhi bentuk mahkota, proses kalsifikasi dan komposisi mineralisasi (Agitha, 2016). Terjadi kalsifikasi pada gigi permanen dimulai saat lahir yaitu



ketika gigi molar pertama permanen mulai terkalsifikasi (Nelson dkk, 2010).

2.3.3 Tahap Erupsi Gigi

Erupsi gigi merupakan suatu proses berkesinambungan yang menggerakkan gigi mulai dari *dental crypt* sampai muncul ke arah oklusi dan mempertahankannya dalam oklusi. Erupsi gigi dipengaruhi oleh faktor langsung maupun tidak langsung (Kuswandari, 2014). Faktor langsung yang mempengaruhi erupsi gigi antara lain resorpsi dan aposisi tulang, perkembangan akar, karakteristik dan vaskularisasi periodontal. Sedangkan faktor tidak langsung yang mempengaruhi erupsi gigi antara lain nutrisi, ekstraksi, gigi berjejal, ankilosis, erupsi ektopik dan persisten gigi sulung (Celikoglu dkk, 2011; Kuswandari, 2014). Terdapat dua fase penting dalam erupsi gigi yaitu erupsi aktif dan erupsi pasif. Erupsi aktif adalah pergerakan gigi yang didominasi ke arah vertikal, ketika mahkota gigi bergerak dari tempat pembentukan di dalam rahang sampai terjadi oklusi fungsional. Erupsi pasif adalah pergerakan dari gingiva ke arah apeks sehingga menyebabkan mahkota klinis menjadi bertambah panjang dan akar klinis menjadi bertambah pendek akibat adanya perubahan perlekatan epitel di daerah apikal (Agitha, 2016).

2.3.3.1 Waktu erupsi gigi permanen

Gigi geligi permanen yang menggantikan gigi geligi sulung disebut gigi pengganti (*succedaneus teeth, successional teeth*). Gigi insisif sentral sulung, insisif lateral sulung dan kaninus sulung digantikan oleh gigi insisif sentral permanen, insisif lateral permanen dan kaninus permanen. Gigi molar pertama sulung dan molar kedua sulung digantikan oleh gigi premolar pertama dan premolar kedua. Gigi permanen yang tumbuh di sebelah distal dari lengkung gigi sulung disebut gigi tambahan (*additional teeth, accessional teeth*). Gigi tambahan yang dimaksud adalah gigi molar pertama



permanen, gigi molar kedua permanen dan molar ketiga (Rahardjo, 2016).

Gigi molar pertama permanen merupakan gigi permanen pertama yang erupsi di usia sekitar 5-6 tahun. Aktivitas metabolisme pada ligamen periodontal diduga mempengaruhi mekanisme erupsi gigi. Terdapat 2 proses gigi untuk erupsi yaitu resorpsi akar gigi sulung dan tulang alveolar sebagai jalan untuk gigi dapat erupsi serta mekanisme erupsi gigi menuju arah yang sudah tersedia. Apabila akar gigi sudah terbentuk setengah sampai dua pertiga maka gigi tersebut sudah siap untuk erupsi. Adanya gigi berlebih (*supernumerary teeth*) atau gingiva yang tebal dapat mengganggu proses erupsi gigi. Kadang-kadang gigi insisif sentral bawah merupakan gigi permanen pertama erupsi. Begitu pula dengan gigi geligi sulung, urutan gigi permanen untuk erupsi bervariasi sampai 6 bulan lebih lambat atau lebih awal. Apabila gigi sudah menembus gingiva, maka gigi tersebut akan erupsi dengan cepat sampai hampir mencapai bidang oklusal. Selanjutnya, gigi akan terkena pengaruh dari kekuatan kunyah dan kecepatan gigi untuk erupsi akan berkurang dan berhenti sama sekali (Rahardjo, 2016).

Tabel 2.8 Waktu dari kalsifikasi dan erupsi gigi permanen rahang atas.

Gigi	Kalsifikasi Awal	Mahkota Sempurna (thn)	Erupsi (thn)	Akar Sempurna (thn)
I1	3 - 4 bulan	4 - 5	7 - 8	10
I2	10 - 12 bulan	4 - 5	8 - 9	11
C	4 - 5 bulan	6 - 7	11 - 12	13 - 15
P1	1 1/2 - 1 3/4 tahun	5 - 6	10 - 11	12 - 13
P2	2 - 2 1/4 tahun	6 - 7	10 - 12	12 - 14
M1	Sejak lahir	2 1/2 - 3	6 - 7	9 - 10
M2	2 1/2 - 3 tahun	7 - 8	12 - 13	14 - 16
M3	7 - 9 tahun	12 - 16	17 - 21	18 - 25

Sumber: Nelson dkk, 2010



Tabel 2.9 Waktu dari kalsifikasi dan erupsi gigi permanen rahang bawah.

Gigi	Kalsifikasi Awal	Mahkota Sempurna (thn)	Erupsi (thn)	Akar Sempurna (thn)
I1	3 - 4 bulan	4 - 5	6 - 7	9
I2	3 - 4 bulan	4 - 5	7 - 8	10
C	4 - 5 bulan	6 - 7	9 - 10	12 - 14
P1	1 ¹ / ₄ - 2 tahun	5 - 6	10 - 12	12 - 13
P2	2 ¹ / ₄ - 2 ¹ / ₂ tahun	6 - 7	11 - 12	13 - 14
M1	Sejak lahir	2 ¹ / ₂ - 3	6 - 7	9 - 10
M2	2 ¹ / ₂ - 3 tahun	7 - 8	11 - 13	14 - 15
M3	8 - 10 tahun	12 - 16	17 - 21	18 - 25

Sumber: Nelson dkk, 2010

2.4 Maloklusi

Maloklusi adalah penyimpangan oklusi dari bentuk standar yang diterima sebagai bentuk normal. Oklusi dikatakan normal apabila susunan gigi geligi dalam lengkung teratur serta terdapat relasi yang harmonis antara gigi atas dan gigi bawah. Maloklusi bukan suatu penyakit tetapi apabila tidak dilakukan perawatan dapat menimbulkan gangguan fungsi kunyah, bicara, menelan dan keserasian wajah sehingga berakibat pada gangguan fisik atau mental (Laguhu dkk, 2014). Maloklusi adalah manifestasi genetik dan pengaruh lingkungan dalam perkembangan orofasial (Graber dkk, 2011). Menurut *World Health Organization* (WHO) yang dikutip dari *Specialist Dental Group* tahun 2010 menyebutkan bahwa maloklusi berupa cacat atau mengganggu fungsi sehingga kemungkinan dapat menyebabkan rintangan bagi kesehatan fisik dan emosional pasien sehingga membutuhkan suatu perawatan (Hansu dkk, 2013).

2.4.1 Etiologi Maloklusi

Sebelum melakukan perawatan maloklusi, perlu diketahui terlebih dahulu penyebabnya sehingga dapat ditentukan perawatan yang akan dilakukan seperti pencegahan, interseptif atau perawatan permasalahan oklusi lainnya. Beberapa ahli ortodonti seperti Salzman, Moyers, Proffit, Graber dan Staley telah mengklasifikasikan faktor-faktor penyebab maloklusi untuk mempermudah mempelajari etiologi dari maloklusi. Klasifikasi etiologi maloklusi menurut Graber cukup sederhana, praktis dan komprehensif sehingga mudah untuk memahami faktor-faktor penyebab maloklusi. Graber mengelompokkan etiologi maloklusi menjadi dua yaitu faktor umum dan faktor lokal (Singh, 2007; Kusnoto dkk, 2016).

A. Faktor Umum

1. Keturunan

Faktor keturunan sebagai penyebab dari maloklusi diwariskan dari orangtua terhadap anak. Maloklusi mungkin dapat terlihat sejak lahir atau dapat terlihat seiring tumbuh kembang anak. Faktor keturunan beberapa di antaranya yaitu ras, tipe fasial dan pola tumbuh kembang. Faktor keturunan dapat mempengaruhi sistem neuromuskular, perkembangan gigi, struktur skeletal dan jaringan lunak.

2. Kongenital

Beberapa kelainan kongenital yang dapat menyebabkan maloklusi yaitu celah bibir dan palatum, mikrognatia, ankiloglosia dan disostosis kleidokranial.

3. Lingkungan

Trauma dapat terjadi pada masa prenatal dan post natal. Trauma pada masa prenatal sering berhubungan dengan hipoplasia mandibula dan wajah yang asimetris, sedangkan trauma pada masa postnatal dapat terjadi di segala usia dan dapat mempengaruhi regio kompleks orofasial.

4. Gangguan Metabolisme



Gangguan metabolisme seperti disfungsi kelenjar endokrin dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan gigi. Apabila gangguan metabolisme terjadi pada masa postnatal maka akan menghambat pertumbuhan wajah. Gangguan metabolisme juga dapat mempengaruhi osifikasi tulang, waktu penutupan sutura, waktu erupsi gigi dan lain lain.

5. Malnutrisi

Nutrisi yang tidak seimbang pada ibu hamil dapat menyebabkan gangguan pada perkembangan gigi seperti gigi tanggal prematur, proses erupsi yang abnormal, persistensi dan kesehatan jaringan yang buruk. Penyakit scurvy, beri-beri dan rickets dapat menyebabkan maloklusi parah.

6. Kebiasaan Buruk

Apabila otot-otot luar dan dalam mulut tidak dalam keadaan seimbang maka akan menyebabkan maloklusi. Bila ditemukan keadaan malrelasi rahang atas dan rahang bawah, maka aktivitas otot akan menyesuaikan keadaan tersebut sehingga muncul kebiasaan buruk yang dapat menyebabkan maloklusi. Beberapa kebiasaan buruk yang dapat menyebabkan maloklusi yaitu menghisap jari, menghisap bibir, menggigit bibir, menjulurkan lidah, menggigit kuku, *bruxism*, gangguan proses menelan, gangguan bicara dan gangguan pernapasan.

B. Faktor Lokal

1. Kelainan jumlah gigi

Kelainan jumlah gigi antara lain yaitu gigi berlebih (*supernumerary teeth*) dan kekurangan jumlah gigi (agenisi). Kehilangan beberapa gigi disebut hipodonsia, kehilangan banyak gigi disebut oligodonsia dan kehilangan seluruh gigi disebut anodonsia.

2. Kelainan ukuran gigi

Kelainan ukuran gigi disebabkan oleh gangguan pada tahap morfodiferensiasi, mungkin dari tahap histodiferensiasi.



Kelainan ukuran gigi akan mengganggu oklusi. Beberapa kelainan ukuran gigi yang akan berdampak pada oklusi antara lain yaitu mikrodonsia, makrodonsia, *true generalized macrodontia*, *true generalized microdontia*, dan lain lain.

3. Kelainan bentuk gigi

Beberapa Kelainan bentuk gigi antara lain yaitu fusi, geminasi, *concrecence*, *talon cusp*, *dens in dente* dan dilaserasi.

4. Frenulum labialis abnormal

Frenulum normal melekat pada membran mukosa kurang lebih 5 mm di atas gingiva. Frenulum abnormal bisa lebih panjang atau pendek dan tebal.

5. Gigi tanggal prematur

Kehilangan gigi prematur dapat menyebabkan maloklusi apabila gigi penggantinya belum mencapai titik erupsi. Selain sebagai organ pengunyahan, gigi sulung juga dapat mempertahankan tempat untuk gigi permanen erupsi. Gigi sulung yang tanggal sebelum waktunya akan berakibat kontraksi pada lengkungan gigi dan ruang yang ada menutup sehingga terjadi pemendekkan lengkung yang berakibat terjadinya maloklusi seperti rotasi, berjejal, impaksi atau malposisi.

6. Erupsi terlambat dari gigi permanen

Pada periode gigi pergantian, gigi permanen tidak erupsi padahal gigi sulung yang sudah tanggal. Hal ini dapat terjadi karena beberapa kemungkinan antara lain kelainan endokrin, benih gigi permanen tidak ada, tulang sklerotik, kelebihan jumlah gigi atau mukosa yang tebal.

7. Ankilosis

Ankilosis adalah suatu kondisi yang terjadi akibat fusi tulang alveolar dengan sementum atau dentin yang terjadi sebelum atau sesudah gigi erupsi.



8. Karies

Gigi karies dapat menyebabkan kehilangan kontak proksimal sehingga gigi sebelahnya akan bergeser, inklinasi akan berubah atau pemendekan lengkung gigi. oleh karena itu, gigi yang karies sebaiknya dilakukan perawatan sesuai kasusnya sehingga dapat mempertahankan lengkung gigi supaya mencegah maloklusi.

2.4.2 Klasifikasi Maloklusi

Terdapat berbagai klasifikasi maloklusi yang telah dibuat oleh banyak peneliti berdasarkan pengalaman yang telah ditemukan oleh peneliti tersebut. Berikut beberapa klasifikasi maloklusi (Singh, 2007):

1. Klasifikasi Angle

- a. Maloklusi Kelas 1
- b. Maloklusi Kelas 2 (Divisi 1 dan Divisi 2)
- c. Maloklusi Kelas 3

2. Klasifikasi Dewey Modifikasi Angle

a. Modifikasi Angle Kelas 1

- Tipe 1
- Tipe 2
- Tipe 3
- Tipe 4
- Tipe 5

b. Modifikasi Angle Kelas 3

- Tipe 1
- Tipe 2
- Tipe 3

3. Klasifikasi Bennette

- a. Kelas 1
- b. Kelas 2
- c. Kelas 3

4. Klasifikasi Simon



- a. Frankfurt Horizontal (vertikal)
 - b. Bidang Orbital (Anteroposterior)
 - c. Bidang Median (Transversal)
5. Klasifikasi Ackerman-Proffit
- a. Karakteristik 1 - Kesejajaran
 - b. Karakteristik 2 - Profil
 - c. Karakteristik 3 - Relasi Transversal
 - d. Karakteristik 4 - Kelas
 - e. Karakteristik 5 – *Overbite*
6. Klasifikasi Lischer Modifikasi Angle
- a. Neutroklusi
 - b. Distoklusi
 - c. Mesioklusi

2.4.3 Macam-Macam Maloklusi

Maloklusi secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu maloklusi tipe dental dan maloklusi tipe skeletal (Kusnoto dkk, 2016; Rahardjo, 2016).

a. Maloklusi Tipe Dental

Maloklusi tipe dental merupakan penyimpangan ukuran, bentuk, letak atau jumlah gigi yang berdampak pada oklusi normal tetapi hubungan maksila dan mandibula normal. Maloklusi dental meliputi kelainan gigi seperti bentuk, ukuran, jumlah, letak gigi dan lain lain. Pada maloklusi dental, keseimbangan otot, pola skeletal dan pertumbuhan fasial tidak terganggu.

b. Maloklusi Tipe Skeletal

Maloklusi skeletal terjadi ketika terdapat disproporsi dental dan skeletal karena abnormalitas skeletal sering disertai kelainan gigi (Kusnoto dkk, 2016; Rahardjo, 2016). Maloklusi skeletal disebabkan oleh abnormalitas pertumbuhan maksila atau mandibula. Abnormalitas ini dapat berupa posisi, ukuran dan hubungan maksila atau mandibula. Maloklusi skeletal dapat



terbagi dalam tiga arah yaitu sagittal, vertikal dan transversal (Kusnoto dkk, 2016).

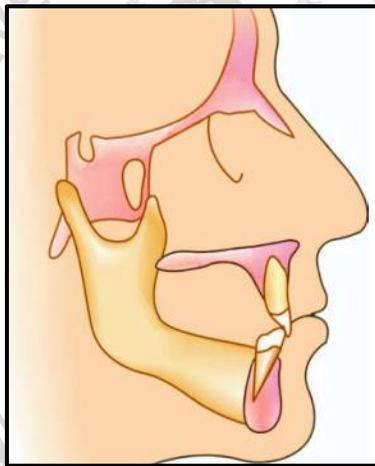
2.4.4 Maloklusi Skeletal dalam Arah Sagittal

Pada tahun 1950, Salzmann mengklasifikasikan maloklusi berdasarkan pertumbuhan skeletal dalam arah sagittal (Singh, 2007; Kusnoto dkk, 2016).

a. Maloklusi Skeletal Kelas I

Pada maloklusi skeletal kelas I posisi, ukuran dan hubungan maksila-mandibula normal. Secara keseluruhan pola wajah dan rahang harmonis dengan keseluruhan tulang skeletal. Profil pada maloklusi skeletal kelas I adalah ortognati.

Gambar 2.4 Maloklusi skeletal kelas I.



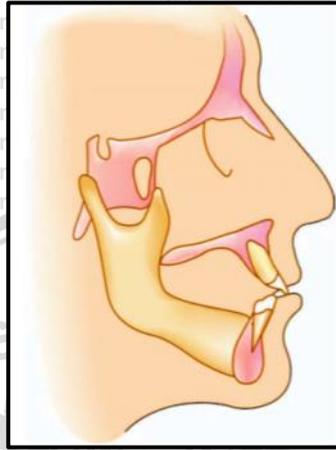
Sumber: Singh, 2007

b. Maloklusi Skeletal Kelas II

Pada maloklusi skeletal kelas II, relasi maksila dan mandibula terlihat posisi mandibula lebih ke arah distal dari normal. Hal ini dapat terjadi akibat mandibula yang kurang berkembang, maksila yang berkembang secara berlebih atau kombinasi

kelainan perkembangan maksila-mandibula. Profil pada maloklusi skeletal kelas II adalah retrognati.

Gambar 2.5 Maloklusi skeletal kelas II.



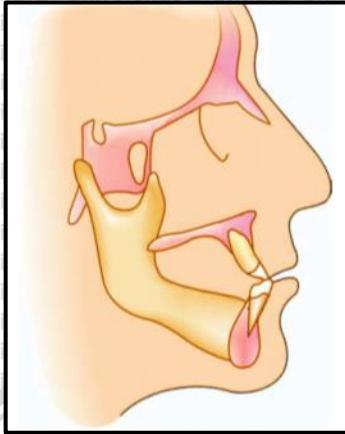
Sumber: Singh, 2007

c. Maloklusi Skeletal Kelas III

Pada maloklusi skeletal kelas III, mandibula mengalami pertumbuhan yang berlebihan ke arah mesial dari posisi normal sehingga sudut mandibula atau gonion besar (*obtuse mandible*), maksila yang kurang berkembang (retrognati maksila), atau kombinasi keduanya. Profil pada maloklusi skeletal kelas III adalah prognati.



Gambar 2.6 Maloklusi skeletal kelas III.



Sumber: Singh, 2007

2.4.5 Maloklusi Skeletal dalam Arah Vertikal

Pada maloklusi skeletal arah vertikal biasanya umum ditemukan (Pangaribuan dan Suparwiti, 2006; Kusnoto dkk, 2016):

a. **Gigitan Terbuka Anterior Skeletal**

Beberapa karakteristik adanya gigitan terbuka (*openbite*) anterior skeletal yaitu bidang mandibula curam, terjadi peningkatan tinggi anterior wajah, tinggi muka bagian posterior pendek, sudut gonial dan bidang mandibula besar. Seseorang dengan gigitan terbuka anterior skeletal memiliki profil wajah hiperdivergen disebut sindrom wajah panjang. Hal ini disebabkan oleh rotasi mandibula ke bawah dan belakang dan pertumbuhan maksila terlalu berlebih dalam arah vertikal serta supraklusi gigi posterior.

b. **Gigitan Dalam Anterior Skeletal**

Adanya gigitan dalam (*deepbite*) anterior skeletal disebabkan oleh rotasi mandibula ke depan dan atas atau terjadi supraklusi gigi insisif. Seseorang dengan gigitan dalam anterior skeletal memiliki profil wajah hipodivergen disebut sindrom wajah pendek.



2.4.6 Maloklusi Skeletal dalam Arah Transversal

Pada maloklusi skeletal dalam arah transversal sering terlihat gigitan silang posterior (*crossbite*) skeletal. hal ini dapat terjadi disebabkan oleh konstiksi maksila disertai atau tanpa pergeseran fungsional ke arah lateral. Gigitan silang (*crossbite*) posterior dapat ditemukan bilateral maupun unilateral (Kusnoto dkk, 2016).

2.5 Radiografi Dental

Radiografi dental adalah salah satu teknik pemeriksaan di kedokteran gigi yang dilakukan untuk melihat struktur anatomi yang tidak terlihat dari pemeriksaan klinis. Radiografi dapat menjadi pemeriksaan penunjang dari diagnosis atau acuan untuk menentukan rencana perawatan yang akan dilakukan (Haddad dkk, 2016).

Terdapat 2 teknik pengambilan radiografi dan penempatan film yaitu intraoral dan ekstraoral. Teknik intraoral adalah teknik pengambilan foto radiografi dimana film, media yang digunakan sebagai penangkap energi cahaya atau dalam wujud sinar X yang akan diakumulasi dalam bentuk suatu gambaran, diletakkan di dalam rongga mulut pasien. Sedangkan teknik ekstraoral adalah teknik pengambilan foto radiografi dimana film diletakkan di luar rongga mulut pasien. Teknik ekstraoral berguna untuk melihat area yang lebih luas, beberapa diantaranya yaitu sefalometri dan panoramik (White dan Pharoah, 2009; Lannucci dan Howerton, 2012).

2.5.1 Radiografi Sefalometri

Foto sefalometri sangat dibutuhkan dalam perawatan ortodonti. Foto sefalometri akan dibandingkan untuk menilai kondisi sebelum perawatan, saat perawatan dan keberhasilan sesudah perawatan. Merawat kasus maloklusi skeletal tanpa melakukan evaluasi foto sefalometri merupakan sesuatu yang salah (Graber dkk, 2011; Durao dkk, 2013).



2.5.1.1 Kegunaan Sefalometri

Beberapa kegunaan dari sefalometri dalam bidang ortodonti (Singh, 2007):

- a. Mempelajari pertumbuhan kraniofasial
- b. Mendiagnosis deformitas kraniofasial
- c. Membuat rencana perawatan
- d. Mengevaluasi perawatan yang sedang dilakukan
- e. Mempelajari kasus relaps dalam kasus ortodonti

2.5.1.2 Macam-macam Sefalometri

Sefalometri terbagi menjadi 2 macam yaitu:

- a. Sefalometri Anteroposterior

Sefalometri anteroposterior dapat digunakan untuk menentukan kelainan dalam arah transversal yaitu gigitan silang posterior. Selain itu, sefalometri anteroposterior juga digunakan untuk melihat pola pertumbuhan yang abnormal dan trauma yang ada yang kemungkinan mempengaruhi rencana perawatan ortodonti (Rahardjo, 2016).

- b. Sefalometri Lateral

Menilai hubungan skeletal dan dental menggunakan sefalometri lateral dapat menentukan diagnosis, melihat variasi pertumbuhan dan abnormalitas perkembangan. Melakukan analisis pada sefalometri lateral penting untuk dilakukan karena dapat menilai evaluasi perawatan maloklusi skeletal, menentukan rencana perawatan untuk pemasangan peranti ortodonti dan bedah ortognati (Heil dkk, 2017).



Gambar 2.7 Sefalometri lateral dan sefalometri anteroposterior.



Sumber: Singh, 2007

2.5.1.3 Analisis sefalometri

Terdapat beberapa metode analisis sefalometri diantaranya yaitu metode Downs dan Steiner.

a. Analisis Down

Metode Down merupakan salah satu yang banyak digunakan dalam *tracing* sefalometri. Analisis down memungkinkan melihat pola skeletal untuk menentukan tipe fasial dan hubungan gigi geligi terhadap skeletal wajah. Down mengklasifikasi wajah ke dalam empat tipe yaitu retrognati, mesognati, prognati dan *true prognatism*. Menurut Down, salah satu dari empat tipe wajah tersebut bisa saja dapat memiliki oklusi yang normal serta bentuk dan proporsi profil wajah yang harmonis. Namun perlu diperhatikan juga bahwa profil skeletal yang ideal bukan berarti tidak memiliki kelainan dental. Analisis Down memiliki kekurangan yaitu menggunakan bidang *Frankfurt Horizontal Plane* (FHP) sebagai bidang referensi. Namun, kekeliruan dan kesalahan banyak terjadi bila menggunakan bidang *Frankfurt Horizontal Plane* (FHP) sebagai bidang referensi (Bruntz dkk, 2006; Singh, 2007).



b. Analisis Steiner

Analisis Steiner dikembangkan oleh Cecil Steiner pada tahun sekitar 1950-an (Proffit dkk, 2012). Metode yang paling banyak digunakan saat ini dalam melakukan analisis sefalometri adalah Analisis Steiner (Emil dkk, 2013). Garis S-N merupakan garis acuan yang digunakan pada analisis Steiner. Garis ini terbentuk dari dua buah titik yaitu titik S (Sella Turcica) dan N (Nasion) kemudian dihubungkan dari titik satu ke titik lainnya sehingga membentuk garis S-N (Singh, 2007). Dalam membedakan kelainan pada skeletal dan dentoalveolar dapat menggunakan analisis sefalometri sehingga konsep maloklusi menjadi jelas (Graber, 2011). Steiner membagi analisis menjadi tiga bagian yaitu analisis skeletal, dental dan jaringan lunak. Analisis skeletal memerlukan hubungan maksila dan mandibula, analisis dental memerlukan hubungan insisivus atas dan insisivus bawah dan analisis jaringan lunak penting untuk menilai keseimbangan dan keharmonisan profil wajah bawah (Singh, 2007).

Analisis steiner menggunakan sudut SNA, SNB dan ANB serta sudut-sudut ini populer digunakan untuk menilai kelainan hubungan maksila dan mandibula dalam arah sagittal (Emil dkk, 2013). Sudut ANB menjadi metode yang populer untuk mengevaluasi hubungan anteroposterior maksila dan mandibula. Kesalahan letak rahang dapat diketahui dengan menghitung besarnya sudut SNA dan SNB. Apabila angka yang didapat dari ANB semakin besar dari normal, maka disharmoni hubungan anteroposterior rahang juga semakin besar dan semakin sulit untuk dilakukan koreksi. Sudut ANB yang lebih besar dari normal berarti seseorang tersebut memiliki kecenderungan maloklusi skeletal kelas II. Sedangkan sudut ANB yang lebih kecil dari normal berarti seseorang tersebut memiliki kecenderungan maloklusi skeletal kelas III (Komalawati, 2011).



2.5.1.4 Titik dan Garis Referensi pada Analisis Sefalometri

Beberapa titik yang digunakan untuk menganalisis sefalogram sebagai berikut (Singh, 2007; Rahardjo, 2016):

a. Titik-titik kranial yang sering digunakan:

Sella (S) : Titik tengah di ruang sella turcica.

Nasion (N) : Perpotongan bidang sagital dengan sutura fronto Nasalis yang merupakan pertemuan cranium dan muka.

Orbitale (O) : Titik paling bawah pada tepi bawah tulang orbita.

Porion (P) : Titik paling atas dari *external auditory meatus*, ditunjukkan oleh pertengahan sumbu metal sefalostat.

b. Titik-titik pada maksila yang sering digunakan:

Subspinale (Titik A) : Titik terdalam pada kontur premaksila di antara spina nasalis anterior dan gigi insisif.

Spina Nasalis Anterior (SNA) : Ujung dari spina nasalis anterior.

Spina Nasalis Posterior (SNP) : Batas paling posterior dari palatum.

c. Titik-titik pada mandibula yang sering digunakan:

Submentale (Titik B) : Titik paling dalam pada kontur mandibular di antara insisif dan dagu.

Pogonion (Pog) : Titik paling luar pada dagu

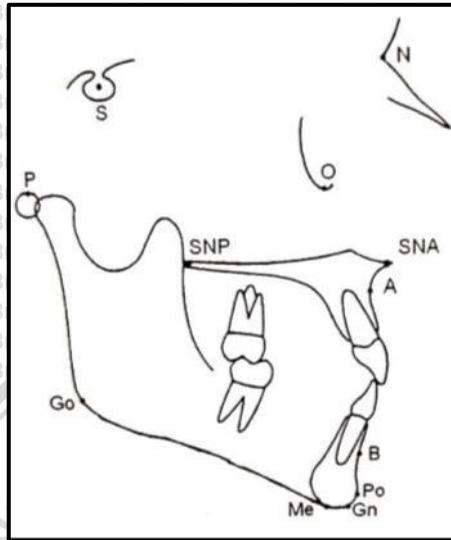
Gnation (Gn) : Titik tengah di antara Pogonion dan Menton.

Menton (Me) : Titik yang paling bawah pada symphysis mandibula.

Gonion (Go) : Titik tengah kontur yang menghubungkan ramus dan kormus mandibula.



Gambar 2.8 Titik-titik yang sering digunakan dalam analisis sefalogram.



Sumber: Rahardjo, 2016

d. Garis yang sering digunakan

Garis-garis ini terbentuk dari pertemuan antar 2 titik dari *anatomical landmark* sehingga membentuk suatu garis yang akan dijadikan sebagai panduan.

Garis SN : Garis yang menghubungkan titik S (Sella Turcica) dan N (Nasion).

Garis FH : Garis yang menghubungkan titik P (Porion) dan O (Orbital).

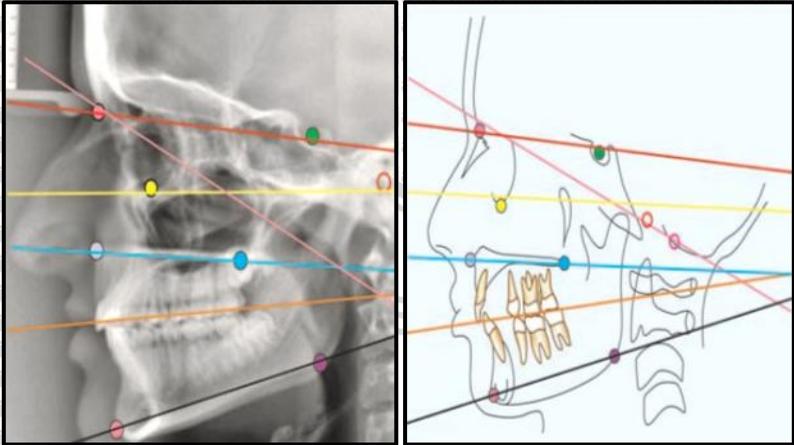
Garis maksila : Garis yang menghubungkan titik SNA dan SNP.

Garis mandibula : Garis yang sejajar dengan sumbu korpus mandibula dan menyinggung tepi bawah mandibula.

Garis oklusal : Garis yang menghubungkan oklusal molar pertama rahang atas dan rahang bawah sampai oklusal insisif rahang atas dan bawah.



Gambar 2.9 Garis-Garis Panduan Tracing Sefalometri Lateral. Garis SN warna merah, garis FH warna kuning, garis maksila warna biru, garis mandibula warna hitam dan garis oklusal warna orange.



Sumber: Singh, 2007

2.5.1.5 Teknik *Tracing*

Metode konvensional dalam menganalisis sebuah sefalogram tidak langsung dilakukan pada sefalogram tetapi dilakukan *tracing* terlebih dahulu. *Tracing* sebaiknya dilakukan di dalam ruangan dengan pencahayaan yang tidak terlalu terang. *Tracing* dilakukan menggunakan kertas *tracing* dan pensil yang keras seperti 4H. Kertas *tracing* diletakkan di atas sefalogram kemudian di rekatkan dengan isolasi agar terfiksasi dengan baik dan tidak berubah posisi ketika dilakukan penapakan. Kemudian kertas *tracing* beserta sefalogram diletakkan pada *tracing box* untuk mendapatkan pencahayaan yang baik dari lampu di dalamnya.

Selanjutnya menentukan kontur skeletal dan jaringan lunak fasial kemudian menentukan titik-titik (*anatomical landmark*) yang diperlukan untuk analisis. Titik-titik yang sudah ditentukan kemudian di hubungkan menghasilkan garis, dua garis yang berpotongan akan menghasilkan sudut. Besar sudut yang didapat

akan dipelajari untuk menentukan struktur anatomi tertentu seperti rahang dan gigi terletak normal atau tidak normal (Rahardjo, 2016).

2.5.1.6 Evaluasi Mutu Sefalometri

Meskipun sefalometri lateral digunakan untuk evaluasi hubungan struktur wajah dan jaringan lunak rongga mulut, tetapi sefalometri lateral juga memberikan informasi mengenai diagnosis dari keadaan struktur anatomi kepala dan leher. Oleh karena itu, sefalometri lateral perlu dilakukan evaluasi mutu terlebih dahulu mengenai struktur anatomis kepala dan leher yang normal serta variasinya. Salah satu hal yang dapat mempengaruhi mutu dari foto radiografi yaitu posisi pasien. Apabila posisi pasien tidak benar, maka akan terjadi distorsi atau superimposisi yang tidak diinginkan. Jika sudah seperti ini akan mempengaruhi interpretasi. Anatomi yang seharusnya terlihat menjadi sulit untuk ditentukan. (White dan Pharoah, 2009). Radiografi sefalometri lateral mempunyai mutu yang baik dan dapat dilakukan interpretasi apabila memiliki kriteria sebagai berikut (Whaites dan Cawson, 2016):

- a. Objek tercakup yaitu objek yang akan dilihat kelainannya semua tampak dalam gambar
- b. Kontras, detail dan ketajaman baik
Kontras dikatakan baik ketika perbedaan dari daerah radiopak dan radiolusen terlihat jelas. Detail dikatakan baik ketika struktur anatomis terlihat jelas. Ketajaman dikatakan baik ketika batas dari setiap struktur anatomis terlihat jelas
- c. Sella tursica berhimpit dan tidak ada bayangan
- d. Tepi bawah mandibula berhimpit
- e. Oklusi gigi molar pertama terlihat jelas
- f. Bayangan dari jaringan lunak pada hidung dan bibir terlihat jelas
- g. *Frankfort Horizontal Plane* sejajar dengan lantai
- h. Distorsi minimal



2.5.2 Radiografi Panoramik

Radiografi panoramik atau *pantomography* adalah sebuah teknik untuk menghasilkan gambaran tomografi untuk memperlihatkan struktur wajah yang mencakup maksila dan mandibula serta struktur pendukungnya (White dan Pharoah, 2009).

Radiografi panoramik memiliki manfaat diantaranya yaitu dosis radiasi yang rendah, harga murah dan pengambilan foto dengan area yang luas. Radiografi panoramik sering digunakan untuk menilai maturasi gigi geligi karena radiografi panoramik tersedia di tempat praktek dokter gigi dan hasil dari foto jenis ini pada regio mandibula terlihat jelas (Thomson dan Johnson, 2012; Makkad dkk, 2013). Selain itu, radiografi panoramik merupakan foto yang harus ada dalam perawatan ortodonti terutama pada fase geligi pergantian (*mixed dentition*) yang berguna untuk melihat benih gigi pada pasien yang sedang dalam masa tumbuh kembang (Rahardjo, 2016).

2.5.2.1 Kegunaan Panoramik

Radiografi panoramik berguna dalam beberapa hal yaitu (Thomson dan Johnson, 2012; Makkad dkk, 2013):

- a. Mendapatkan gambaran wajah dan rahang dengan area yang luas
- b. Melihat kondisi gigi impaksi, *pin retained* yang dipasang pada akar gigi
- c. Mengevaluasi adanya trauma, lesi dan penyakit pada rahang
- d. Menilai pertumbuhan dan perkembangan gigi geligi

2.5.2.2 Evaluasi Mutu Panoramik

Dalam melakukan analisa dan interpretasi dari suatu radiograf, klinisi perlu memahami dan mempelajari struktur anatomis rongga mulut yang normal serta variasinya, salah satunya yaitu radiografi panoramik. Berikut adalah evaluasi mutu panoramik (White dan Pharoah, 2009).

Kriteria kualitas panoramik yang ideal (Whaites dan Cawson, 2016):



- a. Seluruh gigi geligi rahang atas dan rahang bawah, jaringan pendukung serta tulang alveolar terlihat jelas
- b. Keseluruhan mandibula terlihat jelas
- c. Perbesaran sudut vertikal dan horizontal harus sama
- d. Dimensi mesio distal dari gigi molar kanan dan kiri sama
- e. Densitas foto radiografi seragam tanpa *airway spaces* di atas lidah. Adanya *airway spaces* membuat foto panoramik terlihat bayangan hitam (radiolusen) di atas akar gigi geligi rahang atas
- f. Gambaran *hard palate* terlihat di atas apeks gigi geligi rahang atas
- g. Gambar terlihat jelas dan diberi tanda sisi kanan dan kiri sebagai pembeda

Evaluasi Mutu Panoramik (Whaites dan Cawson, 2016):

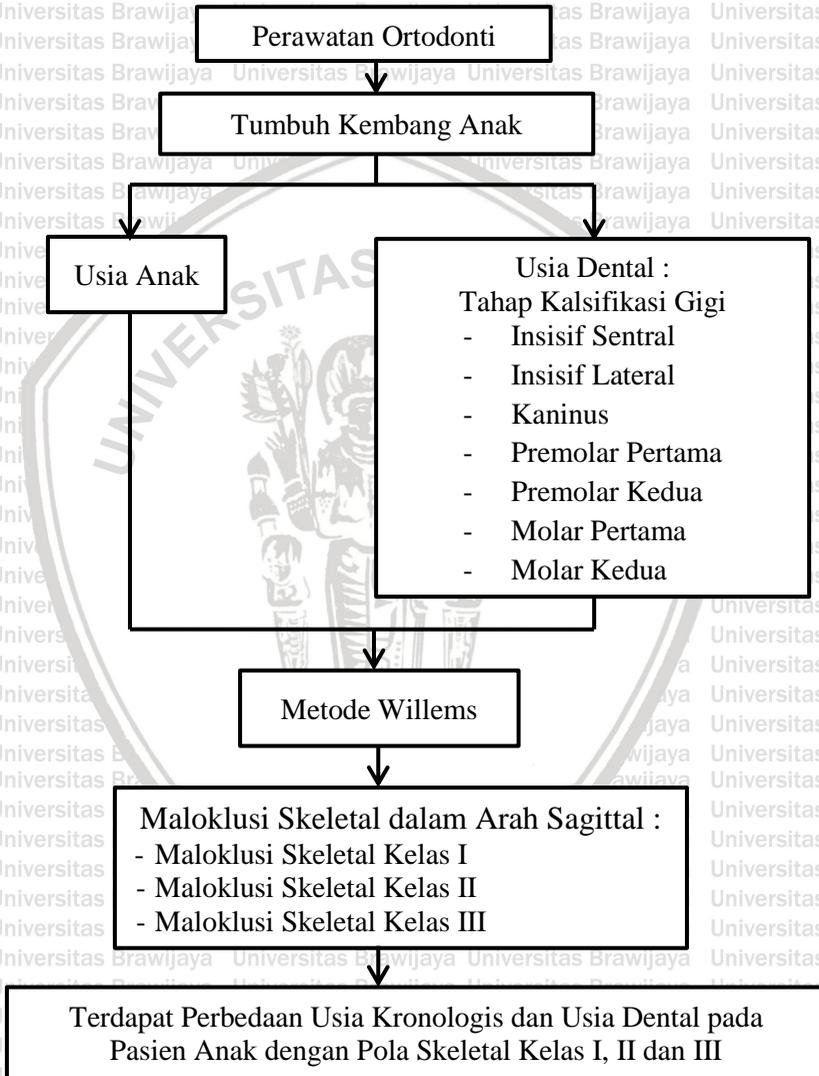
- a. Hasil foto mencakup keseluruhan bagian mulai dari TMJ sampai tepi mandibula.
- b. Kontras, detail dan ketajaman baik
Kontras dikatakan baik ketika perbedaan dari daerah radiopak dan radiolusen terlihat jelas. Detail dikatakan baik ketika struktur anatomis terlihat jelas. Ketajaman dikatakan baik ketika batas dari setiap struktur anatomis terlihat jelas.
- c. Gigi anterior, *processus condylaris* sisi kanan dan kiri terlihat jelas
- d. Ramus dan angulus mandibula sisi kiri dan kanan simetris dan terlihat jelas
- e. Palatum durum dan septum nasal terlihat jelas
- f. Gigi anterior dan posterior proporsional dan terlihat jelas
- g. Gambaran rahang atas dan rahang bawah tidak beroklusi
- h. Tidak terdapat ghost image
- i. Hasil foto radiografi dapat dilakukan interpretasi dengan baik
- j. Distorsi minimal





BAB III KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Pertumbuhan dan perkembangan merupakan hal penting bagi ilmu ortodonti dalam menentukan waktu perawatan ideal pada perawatan ortodonti. Usia anak yang sedang dalam masa pertumbuhan dan perkembangan dapat diketahui dari usia kronologis dan usia biologis.

Terdapat beberapa metode untuk menilai usia dental seorang anak, salah satunya yaitu metode Willems. Metode Willems menaksir total skor usia dental dengan overestimasi yang mendekati usia kronologis.

Maloklusi merupakan penyimpangan letak gigi atau malrelasi lengkung rahang dari rentang kewajaran sehingga berdampak pada oklusi normal. Maloklusi dibagi menjadi dua yaitu maloklusi tipe dental dan maloklusi tipe skeletal. Maloklusi tipe skeletal merupakan penyimpangan yang terjadi pada hubungan maksila dan mandibula meliputi abnormalitas ukuran, posisi atau relasi maksila-mandibula. Maloklusi tipe skeletal dibagi menjadi tiga arah yaitu sagittal, transversal dan vertikal.

3.2 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.





BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian analitik dengan desain *retrospective study*. Penelitian analitik digunakan untuk mengetahui perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems yang dilakukan secara observasional tanpa memberikan intervensi pada variabel tersebut. Kemudian menggunakan desain *retrospective study* karena peneliti menggunakan data yang sudah tersedia dalam rekam medis berupa foto panoramik dan foto sefalometri lateral.

4.2 Populasi dan Sampel Penelitian

4.2.1 Populasi Penelitian

Populasi penelitian ini adalah seluruh pasien anak di Departemen Ortodonsia Rumah Sakit Universitas Brawijaya Malang dengan usia 8-12 tahun dan memiliki foto panoramik sekaligus foto sefalometri lateral pada periode Januari 2010 – April 2019.

Usia 8-12 tahun dipilih karena pada usia tersebut anak-anak masih dalam masa gigi pergantian sehingga sesuai dengan kriteria usia yang ditentukan oleh Willems (Willems dkk, 2001).

4.2.2 Pengambilan Sampel Penelitian

Teknik sampling pada penelitian ini menggunakan teknik *probability sampling* dengan teknik sampling *cluster* (Sugiyono, 2014). Menurut Margono (2004) teknik sampling *cluster* dapat digunakan pada populasi yang tidak terdiri dari individu-individu, melainkan terdiri dari individu terbagi dalam kelompok-kelompok. Adapun cara pengambilan sampel dengan teknik sampling ini yaitu dengan menentukan kelompoknya terlebih dahulu, kemudian



mengambil sampel dari masing-masing kelompok yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan oleh peneliti.

Pada penelitian ini, total keseluruhan sampel sebanyak 45 sampel dengan pembagian 15 sampel pada masing-masing kelompok. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jumlah sampel yang tidak rata antar kelompok, sehingga ditentukan 15 sampel setiap kelompok.

4.2.3 Kriteria Sampel

4.2.3.1 Kriteria Inklusi

Rekam medis pasien anak (Willems dkk, 2001; Celikoglu dkk, 2011):

- a. Rekam medis pasien anak usia 8-12 tahun.
- b. Foto panoramik dengan struktur anatomi terlihat jelas mulai dari TMJ sampai tepi mandibula, gigi anterior dan posterior proporsional dan terlihat jelas terutama benih gigi permanen serta kontras, detil dan ketajaman baik.
- c. Foto sefalometri lateral dengan struktur anatomis terlihat jelas, tepi bawah mandibula berhimpit, sella turcica berhimpit, gigi molar beroklusi, kontras, detil dan ketajaman baik.
- d. Tidak ada kelainan sistemik yang mempengaruhi tumbuh kembang anak.
- e. Terdapat identitas pasien meliputi data tanggal, bulan, tahun lahir saat pengambilan foto panoramik dan foto sefalometri.

4.2.3.2 Kriteria Eksklusi

Rekam medis pasien anak (Demirjian dkk, 1973; Willems dkk, 2001):

- a. Rekam medis tidak terdapat foto panoramik, foto sefalometri lateral dan identitas pribadi pasien
- b. Terdapat riwayat pencabutan gigi permanen pada kedua sisi rahang bawah
- c. Agenisi gigi I1, I2, C, P1, P2, M1 dan M2 pada kedua sisi rahang bawah
- d. Terdapat keadaan patologis pada apeks gigi rahang bawah



4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Variabel Bebas

- a. Usia kronologis

4.3.2 Variabel Terikat

- a. Usia dental

4.4 Tempat dan Waktu Penelitian

4.4.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur.

4.4.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Juli 2019.

4.5 Alat dan Bahan Penelitian

4.5.1 Alat Penelitian

- a. Pensil 2B dan 4H
- b. Bolpoin tinta hitam/spidol hitam
- c. Penghapus kertas
- d. *Scanner*
- e. Laptop
- f. Tabel perhitungan usia dental metode Willems
- g. *Tracing box*
- h. Isolasi adesif transparan
- i. Busur derajat
- j. Penggaris 30 cm

4.5.2 Bahan Penelitian

- a. Rekam Medis pasien anak meliputi:
 - Identitas pribadi
 - Data tanggal, bulan, tahun pengambilan radiografi panoramik dan sefalometri lateral
 - Foto panoramik dan foto sefalometri lateral



- b. *Tracing paper* atau kertas asetat
- c. Kertas HVS A4
- d. Label putih adesif

4.6 Definisi Operasional

- a. Usia kronologis adalah usia yang dihitung berdasarkan tanggal, bulan dan tahun lahir sampai dengan sekarang.
- b. Usia dental adalah rata-rata usia seseorang dihitung berdasarkan tahap maturasi gigi geligi.
- c. Maloklusi skeletal kelas I mempunyai relasi maksila-mandibula yang normal. Profil wajah yang terlihat yaitu ortognati. Sefalometri lateral digunakan untuk menentukan maloklusi skeletal kelas I dengan cara *tracing*. Dikatakan maloklusi skeletal kelas I bila didapatkan sudut ANB 0-4.
- d. Maloklusi skeletal kelas II mempunyai relasi maksila-mandibula yang tidak normal yaitu posisi mandibula lebih ke arah distal dari normal. Profil wajah yang terlihat yaitu retrognati. Sefalometri lateral digunakan untuk menentukan maloklusi skeletal kelas II dengan cara *tracing*. Dikatakan maloklusi skeletal kelas II bila didapatkan sudut ANB >4.
- e. Maloklusi skeletal kelas III mempunyai relasi maksila-mandibula yang tidak normal dimana terjadi pertumbuhan mandibula yang berlebih ke arah mesial dari normal. Profil wajah yang terlihat yaitu prognati. Sefalometri lateral digunakan untuk menentukan maloklusi skeletal kelas III dengan cara *tracing*. Dikatakan maloklusi skeletal kelas III bila didapatkan sudut ANB <0.
- f. Metode Willems merupakan perbaikan dari metode Demirjian pada sistem penilaian. Metode Willems menggunakan tahap perkembangan 7 gigi rahang bawah kiri menjadi delapan tahapan yang diberi skor "A" sampai "H" sesuai dengan kalsifikasi masing-masing. Tahapan perkembangan gigi pada metode Willems memakai tahapan dari perkembangan gigi



metode Demirjian dan dapat dilihat melalui foto radiografi panoramik.

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapkan seluruh alat dan bahan untuk penelitian.

4.7.2 Pengumpulan Sampel Penelitian

Prosedur pengumpulan sampel penelitian (Lauc dkk, 2017):

- a. Peneliti membuat *ethical clearance*.
- b. Selanjutnya peneliti membuat surat perizinan untuk melakukan penelitian.
- c. Setelah mendapatkan surat perizinan dari komisi etik, selanjutnya melakukan pengumpulan data.
- d. Pengumpulan data dilakukan dengan memilih rekam medis anak, foto panoramik dan foto sefalometri lateral berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi yang telah ditentukan.
- e. Kemudian usia kronologis pasien ditentukan dengan menghitung tanggal, bulan dan tahun pengambilan foto panoramik dikurangi tanggal, bulan dan tahun pasien lahir. Setelah usia kronologis didapatkan, kemudian data tersebut dikelompokkan berdasarkan usia yang sudah ditentukan.
- f. Selanjutnya melakukan identifikasi maloklusi skeletal pada foto sefalometri lateral menggunakan analisis Steiner.

4.7.3 Identifikasi Maloklusi Skeletal dalam Arah Sagittal

Cara melakukan identifikasi maloklusi skeletal dalam arah sagittal sebagai berikut (Celikoglu dkk, 2011; Lauc dkk, 2017):

- a. Foto sefalometri lateral tersebut diberi penomoran sesuai jumlah sampel.
- b. Selanjutnya menempelkan *tracing paper* atau kertas asetat pada foto sefalometri lateral dengan menggunakan isolasi adesif transparan pada beberapa sisi sehingga terfiksasi dengan baik.



- c. Kemudian *tracing paper* atau kertas asetat yang sudah ditempelkan pada foto sefalometri lateral diletakkan di atas *tracing box*.
- d. Selanjutnya, melakukan *tracing* pada *tracing paper* atau kertas asetat menggunakan pensil 4H yang dilakukan di atas *tracing box*. Pencahayaan dari *tracing box* dalam keadaan baik.
- e. Memberi tanda pada titik-titik penting (*Anatomical landmarks*) dalam analisis yang terdiri dari S (Sella), Na (Nasion), ANS (Anterior Nasal Spine), PNS (Posterior Nasal Spine), A point (Subspinale), B point (Supramentale), Go (Gonion), Me (Menton), Pg (Pogonion), Gn (Gnathion), Or (Orbitale), Po (Porion), kemudian dua titik saling dihubungkan membentuk suatu garis yang terdiri dari S-N, N-A, N-B, FH, garis maksila dan garis mandibula. Lalu dua garis yang berpotongan akan membentuk sudut yang terdiri dari SNA, SNB, ANB, U1-SN dan L1-GoMe.
- f. Setelah mendapatkan sudut, kemudian melakukan identifikasi pola maloklusi skeletal. Maloklusi skeletal kelas I memiliki nilai ANB 0-4, Maloklusi skeletal kelas II memiliki nilai ANB >4 dan maloklusi skeletal kelas III memiliki nilai <0 (nol) atau nilai negatif.

4.7.4 Menentukan Usia Dental

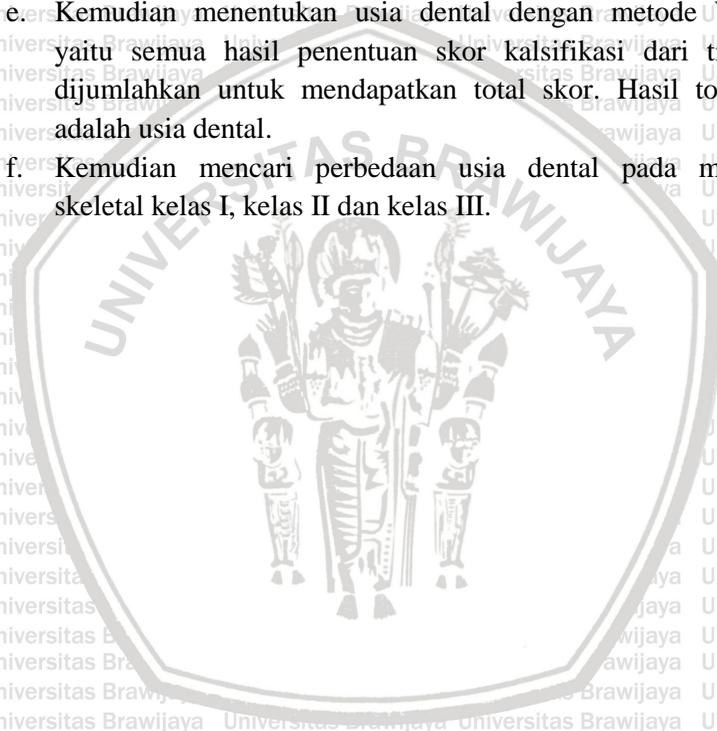
Cara menentukan usia dental sebagai berikut (Willems dkk, 2001;

Lauc dkk, 2017):

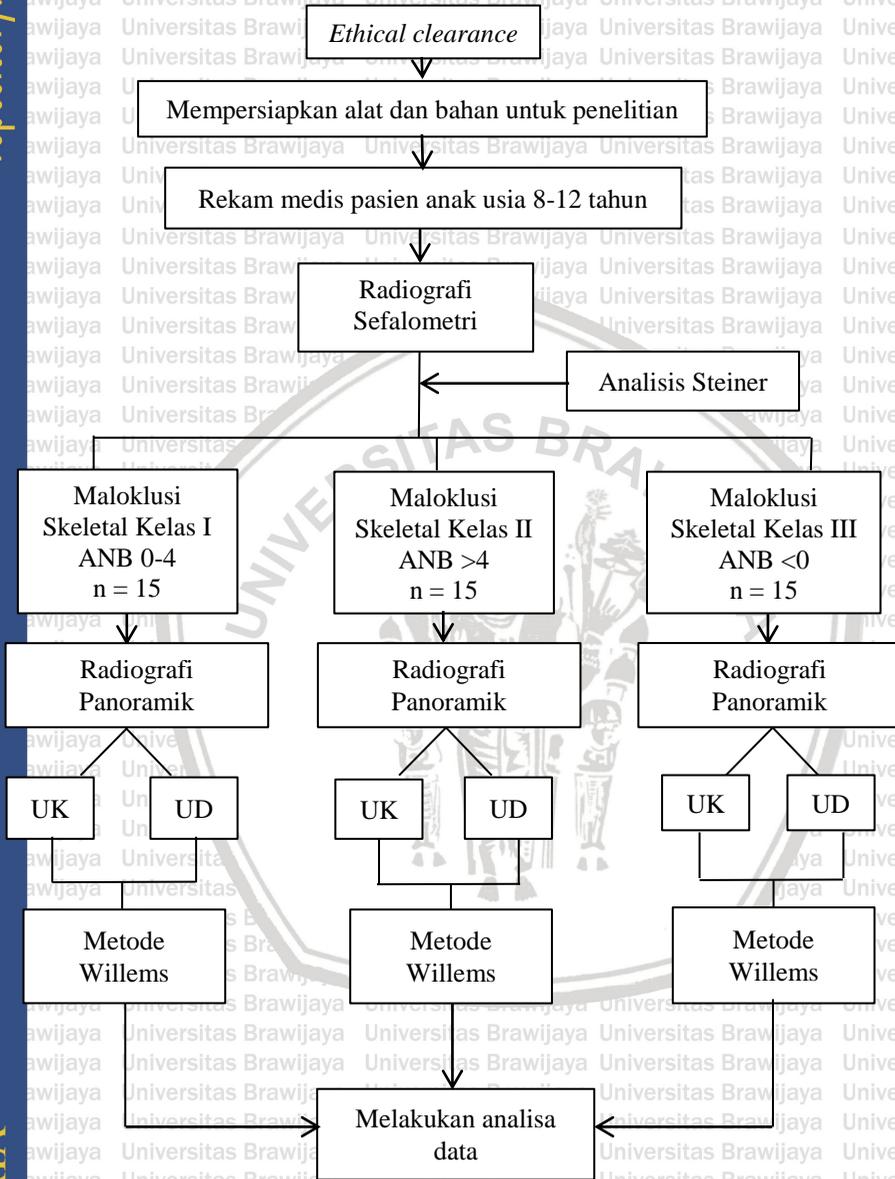
- a. Foto panoramik tersebut diberi penomoran sesuai jumlah sampel.
- b. Melihat tahapan kalsifikasi benih gigi permanen dilakukan di atas *tracing box*. Gigi yang dinilai yaitu gigi I1, I2, C, P1, P2, M1 dan M2 yang sedang berkembang pada rahang bawah kiri. Apabila gigi-gigi tersebut tidak terdapat di rahang bawah sebelah kiri, maka gigi pengganti yang digunakan adalah gigi-gigi yang sama di rahang bawah sebelah kanan.



- c. Melihat tahapan kalsifikasi benih gigi permanen pada foto panoramik dari sampel di setiap kelompok yaitu kelompok maloklusi skeletal kelas I, maloklusi skeletal kelas II dan maloklusi skeletal kelas III.
- d. Kemudian, skor kalsifikasi setiap sampel ditentukan berdasarkan delapan tahapan kalsifikasi gigi pada metode Willems yang memakai tahapan dari perkembangan gigi metode Demirjian.
- e. Kemudian menentukan usia dental dengan metode Willems yaitu semua hasil penentuan skor kalsifikasi dari tiap gigi dijumlahkan untuk mendapatkan total skor. Hasil total skor adalah usia dental.
- f. Kemudian mencari perbedaan usia dental pada maloklusi skeletal kelas I, kelas II dan kelas III.



4.8 Alur Penelitian



Ket ;
 Usia Kronologis = UK
 Usia Dental = UD



4.9 Analisis Data

Keseluruhan data yang didapat dari hasil penelitian dilakukan analisis awal data dengan menggunakan uji normalitas yaitu uji *Saphiro-Wilk*. Dari hasil uji normalitas didapatkan data berdistribusi normal ($\alpha > 0,05$) sehingga uji statistik yang digunakan adalah *paired t test* untuk melihat perbedaan usia kronologis dan usia dental pada masing-masing kelompok. Kemudian, dilakukan uji homogenitas yaitu uji *Levene's Test* untuk melihat data homogen atau tidak. Setelah didapatkan data homogen, maka dilakukan uji *one way ANOVA* untuk mengetahui perbedaan rata-rata usia kronologis dan usia dental antar kelompok skeletal.





BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan terhadap 45 sampel yang telah memenuhi kriteria dengan pembagian 15 sampel pada masing-masing kelompok maloklusi skeletal kelas I, II dan III. Data pada penelitian ini dilakukan uji normalitas menggunakan *Saphiro-wilk test* didapatkan data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi $p\ value > 0,05..$ Setelah didapatkan data berdistribusi normal, kemudian dilanjutkan dengan uji statistik *Paired samples T-test*. Selanjutnya, setelah didapatkan perbedaan rata-rata usia kronologis dengan usia dental pada setiap kelompok skeletal, dilakukan uji homogenitas menggunakan uji *Levene test*. Setelah didapatkan keseluruhan data bersifat homogen maka dilanjut dengan uji *Oneway ANOVA* untuk melihat membandingkan rata-rata usia kronologis dengan usia dental antar kelompok.

Tabel 5.1 Rata-rata dan standar deviasi nilai usia kronologis dan usia dental

Pengamatan	N	Rata-rata ± SD	
		Usia Kronologis	Usia Dental
Skeletal Kelas I	15	9,37 ± 1,01	9,61 ± 0,98
Skeletal Kelas II	15	9,78 ± 0,85	10,16 ± 0,65
Skeletal Kelas III	15	10,43 ± 0,86	10,90 ± 1,05
Skeletal Kelas I, II dan III	45		

Keterangan wijaya: SD = Standar deviasi, N = Jumlah sampel

Tabel 5.1 menunjukkan hasil penelitian dari 45 sampel yang setiap kelompok terdiri dari 15 sampel skeletal kelas I, 15 sampel skeletal



kelas II dan 15 sampel skeletal kelas III. Pada kelompok skeletal kelas I didapatkan hasil usia kronologis rata-rata $9,37 \pm 1,01$ tahun, sedangkan usia dental rata-rata $9,61 \pm 0,98$ tahun. Pada sampel kelompok skeletal kelas II didapatkan hasil usia kronologis rata-rata $9,78 \pm 0,85$ tahun, sedangkan usia dental rata-rata $10,16 \pm 0,65$ tahun. Pada sampel kelompok skeletal kelas III didapatkan hasil usia kronologis rata-rata $10,43 \pm 0,86$ tahun, sedangkan usia dental rata-rata $10,90 \pm 1,05$ tahun.

Tabel 5.2 Uji normalitas *Saphiro-wilk test*

No.	Kelompok	Pengamatan	Signifikansi (<i>p</i>)	Keterangan
1.	Skeletal Kelas I	Usia Kronologis	0,103	Normal
		Usia Dental	0,654	Normal
2.	Skeletal Kelas II	Usia Kronologis	0,481	Normal
		Usia Dental	0,565	Normal
3.	Skeletal Kelas III	Usia Kronologis	0,540	Normal
		Usia Dental	0,798	Normal

Keterangan: Signifikansi *p value* > 0,05 (data berdistribusi normal),
signifikansi *p value* < 0,05 (data berdistribusi tidak normal).

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan *Saphiro-wilk test*, pada usia kronologis kelompok skeletal kelas I mempunyai nilai signifikansi $p=0,103$ sedangkan usia dentalnya mempunyai nilai signifikansi sebesar $p=0,654$. Selanjutnya, pada usia kronologis kelompok skeletal kelas II mempunyai nilai signifikansi $p=0,481$ sedangkan usia dentalnya mempunyai nilai signifikansi sebesar $p=0,565$. Kemudian, pada usia kronologis kelompok skeletal kelas III mempunyai nilai signifikansi $p=0,540$ sedangkan usia dental nya mempunyai nilai signifikansi sebesar $p=0,798$. Variabel usia kronologis dan usia dental pada setiap kelompok skeletal menunjukkan nilai signifikansi sebesar $p>0,05$ yang berarti bahwa data tersebut berdistribusi normal.



Tabel 5.3 Uji Paired T test

Kelompok	N	Usia Kronologis		Usia Dental		UD – UK		Paired samples t-test	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	t (df)	p
		Skeletal Kelas I	15	9,37	1,01	9,61	0,98	0,24	0,28	3,37 (14)	0,005
Skeletal Kelas II	15	9,78	0,85	10,16	0,65	0,38	0,60	2,43 (14)	0,029
Skeletal Kelas III	15	10,43	0,86	10,90	1,05	0,47	0,36	5,04 (14)	0,000

Berdasarkan hasil uji statistik *Paired t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata usia kronologis dengan usia dental pada setiap kelompok. Hal ini dapat diketahui dengan melihat nilai signifikansi sebesar $p < 0,05$ pada setiap kelompok. Seperti yang terlihat pada tabel 5.2, kelompok skeletal kelas I memiliki nilai signifikansi (p) sebesar 0,005, kelompok skeletal kelas II memiliki nilai signifikansi (p) sebesar 0,029 dan kelompok skeletal kelas III memiliki nilai signifikansi (p) sebesar 0,000.

Tabel 5.4 Oneway ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	P
Between Groups	0,403	2	0,202	1,061	0,355
Within Groups	7,983	42	0,190		
Total	8,386	44			

Berdasarkan hasil uji statistik *Oneway ANOVA* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dari rata-rata usia kronologis dengan usia dental antar kelompok. Hal ini dapat diketahui dengan melihat nilai signifikansi pada tabel 5.3 sebesar $p > 0,05$ yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan



signifikan dari rata-rata usia kronologis dengan usia dental antar kelompok skeletal kelas I, II dan III.

5.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dari rata-rata usia kronologis dan usia dental pada kelompok skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems. Tetapi, ketika rata-rata tersebut dibandingkan antar kelompok, didapatkan hasil tidak terdapat perbedaan signifikan dari rata-rata usia kronologis dengan usia dental antar kelompok skeletal.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Willems memberikan hasil estimasi yang berlebih dari usia kronologis melalui usia dental pada masing-masing kelompok. Dalam penelitian ini, metode Willems memberikan estimasi usia yang melebihi usia kronologis pada kelompok skeletal kelas I sebesar 0,24 tahun (2,88 bulan), kelompok skeletal kelas II sebesar 0,38 tahun (4,56 bulan) dan kelompok skeletal kelas III sebesar 0,47 tahun (5,64 bulan).

Hal ini sesuai dengan penelitian Lauc dkk (2017) meneliti tentang topik yang sama menggunakan metode Willems dan Cameriere pada populasi anak Bosnia dan Herzegovina di Eropa Selatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rata-rata usia kronologis dengan usia dental pada kelompok skeletal kelas I, II dan III di kedua metode estimasi usia. Pada metode Willems memberikan estimasi usia yang melebihi usia kronologis pada subjek laki-laki sebesar 0,40 tahun (4,8 bulan) untuk kelompok skeletal kelas I, kelompok skeletal kelas II sebesar 0,44 tahun (5,28 bulan) dan kelompok skeletal kelas III sebesar 0,83 tahun (9,96 bulan). Begitu pula dengan penelitian Nakas dkk (2013) meneliti topik yang sama menggunakan metode Demirjian dan Willems menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rata-rata usia kronologis dengan usia dental pada kelompok skeletal kelas I, II dan III di kedua metode estimasi usia. Dalam penelitian ini, terlihat perbedaan rata-



rata terkecil terdapat di kelompok skeletal kelas I, sedangkan perbedaan rata-rata terbesar terdapat di kelompok skeletal kelas III.

Metode Willems dibuat untuk memperbaiki metode Demirjian yang menurut beberapa penelitian bahwa metode Demirjian menunjukkan hasil perbedaan usia dental yang tinggi daripada usia kronologis anak (Willems dkk, 2001). Beberapa penelitian membuktikan bahwa metode Willems lebih baik dalam memperkirakan usia kronologis anak.

Penelitian yang dilakukan oleh Maber dkk (2006), Mohammed dkk (2014) serta Apaydin dan Yasar (2018) mengatakan bahwa metode Willems lebih akurat dalam memperkirakan usia kronologis dibandingkan dengan metode Demirjian, Haavikko dan Nola. Selain itu, penelitian Willems (2001) pada populasi anak Belgia, Husein dkk (2011) pada populasi anak Malaysia, Ambarkova dkk (2014) pada populasi anak Yugoslav Republik Macedonia dan Ye X dkk (2014) pada populasi anak Cina juga membuktikan bahwa metode Willems lebih akurat jika dibandingkan dengan metode Demirjian (Agitha, 2016). Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya, termasuk penelitian-penelitian tersebut di atas yang mengestimasi usia kronologis melalui usia dental tidak memperhitungkan kemungkinan efek dari kelainan pertumbuhan skeletal wajah terhadap perkembangan gigi (Lauc dkk, 2017).

Menurut penelitian Bagherian dan Sadeghi (2011) mengatakan bahwa tingginya usia dental dibanding usia kronologis ataupun sebaliknya dikarenakan beberapa faktor, seperti variasi etnik, genetik dan faktor lingkungan seperti status sosial ekonomi, nutrisi, dan gaya hidup. Menurut Maber dkk (2006) dan Liversidge (2012) mengatakan bahwa adanya perbedaan hasil penelitian mungkin dapat disebabkan karena perbedaan populasi, usia, besar sampel, bias sampel, variasi biologis, lingkungan, kebiasaan makan dan ketepatan dalam mengevaluasi metode yang digunakan. Meskipun terdapat perbedaan hasil penelitian, selisih usia kronologis dengan usia dental



masih dalam batas yang telah ditentukan sampai 12 bulan masih dapat ditoleransi (Ambarkova dkk, 2014).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengatakan bahwa ada kemungkinan kelainan pertumbuhan skeletal wajah mempengaruhi maturasi dental. Penelitian terkait maturasi dental pada maloklusi skeletal dalam arah vertikal juga pernah dilakukan oleh Janson dkk (1998) dan Jamroz dkk (2006) yang melihat perbedaan maturasi dental pada tipe wajah pendek dan wajah panjang. Hasil penelitian Janson dkk (1998) menyatakan bahwa terdapat perbedaan signifikan dimana tipe wajah panjang mengalami maturasi dental yang lebih awal 6 bulan daripada tipe wajah pendek. Sedangkan Jamroz dkk (2006) menyatakan tidak terdapat perbedaan signifikan dari maturasi dental pada kedua kelompok subjek penelitian tersebut.

Menurut Nanda dan Rowe (1989) serta Janson (1998) mengatakan bahwa waktu dari *pubertal growth spurt* pada subjek *open bite* skeletal terjadi lebih awal daripada subjek *deep bite* skeletal. Penelitian Neves dkk (2005) mengatakan bahwa terdapat perbedaan maturasi dental antar kedua kelainan skeletal ini. Maturasi dental pada subjek dengan *open bite* skeletal terjadi lebih awal daripada subjek dengan subjek *deep bite* skeletal. Selain itu hasil penelitian Howard (1936) mengatakan bahwa anak-anak dengan perkembangan rahang dan lengkung yang terlambat terutama pada waktu pra remaja menunjukkan keterlambatan pertumbuhan skeletal secara menyeluruh.

Maloklusi skeletal dalam arah sagittal terbagi menjadi tiga kelas yaitu maloklusi skeletal kelas I, maloklusi skeletal kelas II dan maloklusi skeletal kelas III. Maloklusi skeletal kelas I memiliki posisi, ukuran dan hubungan maksila-mandibula yang normal. Maloklusi skeletal kelas II, relasi maksila dan mandibula terlihat posisi mandibula lebih ke arah distal dari normal. Hal ini dapat terjadi akibat mandibula yang kurang berkembang, maksila yang berkembang secara berlebih atau kombinasi kelainan perkembangan maksila-mandibula. Sedangkan maloklusi skeletal kelas III diyakini terjadi karena pertumbuhan mandibula yang berlebih, maksila yang



kurang berkembang atau kombinasi keduanya sehingga terlihat mandibula yang prognati (Singh, 2007; Proffit dkk, 2012).

Pada tabel 5.3 terlihat selisih rata-rata usia kronologis dan usia dental kelompok maloklusi skeletal kelas II lebih besar daripada maloklusi skeletal kelas I. Hasil penelitian Brin dkk (2006) menunjukkan bahwa gigi molar kedua rahang atas pada maloklusi skeletal kelas II mengalami erupsi lebih awal daripada maloklusi skeletal kelas I. Hasil penelitian dari Armond dkk (2012) menunjukkan bahwa subjek dengan maloklusi skeletal kelas II mengalami dua kali lebih cepat untuk memasuki fase *adolescent growth spurt* daripada subjek dengan maloklusi skeletal kelas I.

Maloklusi skeletal kelas III diyakini terjadi karena pertumbuhan mandibula yang berlebih, maksila yang kurang berkembang atau kombinasi keduanya (Proffit dkk, 2012). Stiles dan Luke mengatakan bahwa pertumbuhan kraniofasial sulit untuk diprediksi pada subjek dengan perkembangan mandibula yang berlebih (Stiles dan Luke, 1953). Hal ini dapat terlihat dari hasil penelitian ini yang menunjukkan kelompok maloklusi skeletal kelas III dengan mandibula prognati memiliki selisih rata-rata usia kronologis dan usia dental terbesar dibanding kelompok maloklusi skeletal kelas II dan I. Hasil penelitian Sasaki dkk (1990) menunjukkan bahwa mineralisasi gigi geligi mandibula, terutama gigi molar mengalami maturasi yang lebih awal pada subjek dengan maloklusi skeletal kelas III dibandingkan pada subjek maloklusi skeletal kelas II. Penelitian Haruki dkk (1997) juga menunjukkan bahwa gigi geligi rahang atas terutama gigi molar pada maloklusi skeletal kelas III mengalami erupsi lebih lambat daripada maloklusi skeletal kelas II.

Berdasarkan pembahasan di atas, hal ini dapat terjadi mungkin karena terdapat beberapa faktor yang mendasari perbedaan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Singh (2007) mengatakan bahwa konsep yang paling penting dalam mempelajari



pertumbuhan dan perkembangan kemungkinan adalah waktu. Semua individu tidak tumbuh pada waktu yang sama atau dengan kata lain memiliki jam biologis yang diatur berbeda untuk setiap individu. Salah satu contoh yaitu variasi dalam waktu menarche (onset menstruasi) pada anak perempuan yang nantinya akan menunjukkan kedatangan maturasi seksual. Demikian pula, beberapa anak tumbuh dan berkembang dengan lebih awal dan cepat untuk menyelesaikan pertumbuhan sampai pertumbuhan dan perkembangan mereka berhenti dan kelompok sebaya mereka mulai mengejar ketertinggalannya. Di sisi lain, beberapa anak juga tumbuh dan berkembang dengan lambat sehingga tampaknya tertinggal meskipun nanti pada waktunya mereka mungkin mengejar ketertinggalan atau bahkan dapat melebihi anak yang tumbuh lebih awal dan cepat (Singh, 2007; Kusnoto dkk, 2016).

Pertumbuhan dan perkembangan memiliki kecepatan yang bervariasi terutama pada dua periode pertumbuhan manusia yaitu periode prenatal dan pascanatal (Graber, 2011; Kusnoto dkk, 2016). Pada periode pertumbuhan prenatal terjadi diferensiasi sel dan pertumbuhan yang cepat. Kemudian ketika lahir, pertumbuhan akan menurun dan dilanjut masuk ke periode pertumbuhan pascanatal. Pertumbuhan pascanatal tidak terjadi secara stabil. Terdapat periode peningkatan cepat yang tiba-tiba, yang disebut sebagai percepatan pertumbuhan atau *growth spurt* (Singh, 2007). Semua anak akan mengalami percepatan pertumbuhan (*growth spurt*). Pada saat terjadi *growth spurt* akan terlihat perubahan berat badan dan tinggi badan pada waktu yang berbeda dari individu yang berbeda (Kusnoto dkk, 2016).

Menurut Foster, perbedaan pertumbuhan rahang terkadang dapat menghasilkan perubahan pada pola skeletal. Adanya *pubertal growth spurt* dapat mempengaruhi pertumbuhan rahang (Foster, 1990). Variasi onset dan durasi *pubertal growth spurt* mungkin dapat mempengaruhi ukuran akhir dari struktur kraniofasial (Bambha, 1961; Silveira dkk, 1992). Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian-penelitian di atas bahwa terdapat perbedaan waktu percepatan



pertumbuhan atau *growth spurt* pada subjek dengan kelainan skeletal dalam arah vertikal dan sagittal. Perbedaan waktu *growth spurt* terlihat jelas pada subjek dengan kelainan pertumbuhan skeletal yang berlebih sehingga berdampak pada maturasi dental, terlihat usia dental yang lebih tua. Reyes dkk (2006) dan Michalska dkk (2010) melaporkan bahwa subjek dengan maloklusi skeletal kelas III memiliki durasi *pubertal growth spurt* yang lebih lama daripada maloklusi skeletal kelas I dan besarnya ukuran mandibula pada maloklusi skeletal kelas III mungkin berhubungan dengan durasi *pubertal growth spurt* yang lebih lama. Apabila pola pertumbuhan dari anak-anak dengan maloklusi skeletal kelas III memang berbeda dari maloklusi skeletal kelas II dan I, maka informasi ini dapat berguna untuk menjelaskan mengenai pertumbuhan mandibula pada maloklusi skeletal kelas III (Lee dkk, 2012).

Zajac dkk (2017) juga berasumsi bahwa kelainan skeletal dalam arah sagittal kemungkinan dapat mempengaruhi waktu erupsi dan formasi gigi permanen. Dalam Foster (1990) juga mengatakan bahwa pertumbuhan wajah biasanya berkaitan dengan erupsi gigi sulung dan gigi permanen. Ketika gigi geligi erupsi dan prosesus alveolaris mengalami pertumbuhan, maka akan menambah total ukuran dari rahang atas maupun rahang bawah.

Foster (1990) mengatakan bahwa terdapat faktor umum yang mempengaruhi perkembangan oklusi. Beberapa diantaranya yaitu faktor skeletal dan faktor dental. Faktor skeletal ini dapat berupa ukuran, bentuk dan posisi dari rahang atas maupun rahang bawah. Sedangkan faktor dental berupa ukuran gigi geligi terhadap ukuran rahangnya. Hubungan maksila-mandibula terbagi dalam tiga bidang yaitu transversal, vertikal dan sagittal. Ketiga bidang ini masing-masing dapat mempengaruhi oklusi normal dari gigi geligi.

Selain itu, penjelasan lain yang memungkinkan untuk mendukung hasil penelitian ini yaitu menurut Rittershofer (1937) dikutip dalam Lauc dkk (2017) hal ini dapat terjadi karena



pertumbuhan dan perkembangan dari tulang-tulang penyusun wajah tidak menunjukkan laju pertumbuhan yang sama dan dimensi meningkat pada wajah mempengaruhi tingkat maturasi. Gigi tumbuh di dalam substratum tulang dan berada di bawah faktor pertumbuhan yang sama sehingga dapat diperkirakan bahwa faktor pertumbuhan mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan gigi dan tulang (Laudkk, 2017). Walaupun, menurut hasil penelitian Seselj (2013) mengatakan bahwa perkembangan dental dan pertumbuhan skeletal berkorelasi sedang, tetapi individu dengan perkembangan dental yang relatif terjadi lebih awal memiliki pertumbuhan skeletal yang cenderung terjadi lebih awal juga.

Selanjutnya, dari hasil uji *Oneway ANOVA* peneliti menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan dari selisih rata-rata usia kronologis dan usia dental antar kelompok skeletal. Sedangkan, dari hasil uji *Oneway ANOVA* penelitian Laudkk (2017) menunjukkan terdapat perbedaan signifikan yang dapat terlihat pada kelompok maloklusi skeletal kelas III. Dalam penelitian ini menggunakan subjek anak-anak Indonesia, sedangkan penelitian Laudkk (2017) menggunakan subjek anak-anak Bosnia Herzegovina. Perbedaan ras dapat menyebabkan terjadinya perbedaan waktu dan urutan erupsi gigi permanen. Menurut penelitian Indriati (2001) mengenai perbedaan waktu erupsi gigi permanen anak-anak di Indonesia khususnya Jawa memiliki waktu erupsi gigi permanen yang lebih lambat dibandingkan dengan populasi yang memiliki ras kaukasoid. Perbedaan ras di kedua penelitian ini kemungkinan menyebabkan terjadinya perbedaan hasil penelitian dari kedua penelitian tersebut. Walaupun secara statistik tidak terdapat perbedaan signifikan jika dibandingkan antar kelompok, tetapi kelompok skeletal kelas I memiliki rata-rata sebesar 0,24 tahun (2,88 bulan), kemudian disusul rata-rata kelompok skeletal kelas II sebesar 0,38 tahun (4,56 bulan) dan kelompok skeletal kelas III memiliki rata-rata terbesar yaitu 0,47 tahun (5,64 bulan). Terlihat perbedaan selisih rata-rata usia kronologis dan usia dental terbesar pada pasien dengan mandibula prognati.



Pertumbuhan wajah dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan (Singh, 2007; Kusnoto dkk, 2016). Faktor lingkungan berkontribusi terhadap terjadinya maloklusi, tetapi faktor genetik memiliki kontribusi yang lebih signifikan. Faktor genetik sebagai penyebab dari maloklusi diwariskan dari orangtua terhadap anak. Salah satu maloklusi yang diwariskan dari orangtua terhadap anak yaitu maloklusi skeletal kelas III yang menunjukkan prognati mandibula. Faktor genetik dapat mempengaruhi sistem neuromuskular, pertumbuhan dan perkembangan gigi, struktur skeletal dan jaringan lunak. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat adanya pengaruh genetik prognati mandibula yang diwariskan oleh keluarga terhadap saudara kembar didapatkan hasil terdapat hubungan yang kuat antara prognati mandibula dan genetik (Fishell dkk, 2012; Kusnoto dkk, 2016).

Berdasarkan hasil dan pembahasan-pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa usia dental dari maloklusi skeletal kelas III lebih besar daripada usia dental dari maloklusi skeletal kelas II dan usia dental maloklusi skeletal kelas II lebih besar dari pada maloklusi skeletal kelas I. Sehingga berdasarkan teori dan pembuktian hasil penelitian yang ada menunjukkan bahwa maturasi dental pada maloklusi skeletal kelas III mengalami maturasi yang lebih awal dari pada maturasi dental pada maloklusi skeletal kelas II dan maloklusi skeletal kelas II mengalami maturasi yang lebih awal dari maloklusi skeletal kelas I.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hipotesis penelitian dapat diterima karena kelainan pertumbuhan skeletal ada kemungkinan dapat mempengaruhi maturasi dental yang terlihat dari usia dental yang diestimasi menggunakan metode estimasi usia yaitu metode Willems.





BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien anak dengan pola skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Terdapat perbedaan signifikan rata-rata usia kronologis dan usia dental pada masing-masing kelompok skeletal kelas I, II dan III menggunakan metode Willems.
2. Tidak terdapat perbedaan signifikan dari rata-rata usia kronologis dan usia dental antara kelompok maloklusi skeletal kelas I dengan maloklusi skeletal kelas II, maloklusi skeletal kelas I dengan maloklusi skeletal kelas III atau maloklusi skeletal kelas II dengan maloklusi skeletal kelas III.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, saran dari penelitian untuk peneliti selanjutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap sampel dengan membedakan jenis kelamin laki-laki dan perempuan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel yang lebih besar supaya validitas data yang didapatkan tinggi.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap sampel di luar Departemen Ortodonsia Rumah Sakit Universitas Brawijaya supaya didapatkan sampel yang bervariasi.
4. Perlu dilakukan penelitian perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien kelainan skeletal arah sagittal dengan metode estimasi usia yang berbeda.



5. Perlu dilakukan penelitian perbedaan usia kronologis dan usia dental pada pasien kelainan skeletal arah sagittal dengan memperhatikan populasi, suku dan ras.



DAFTAR PUSTAKA

Agitha S.R.A. 2016. Estimasi Usia Kronologis Anak Populasi Tionghoa di Indonesia dengan Menggunakan Metode Willems. Tesis diterbitkan. Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya. [Online], <http://repository.unair.ac.id/53396/2/53396%20F.pdf> diakses pada 22 Juli 2018.

Ambarkova V., Galic I. Vodanovic M., dkk. 2014. Dental Age Estimation Using Demirjian and Willems Methods: Cross Sectional Study on Children from The Former Yugoslav Republic of Macedonia. *Forensic Science International*, 234: 187e1-187e7.

Andy. 2011. Hubungan Maturasi Gigi dengan Usia Kronologis pada Pasien Klinik Ortodonti FKG USU. Skripsi diterbitkan. Universitas Sumatera Utara. [Online], <https://text-id.123dok.com/document/6zkwp24z-hubungan-maturitas-gigi-dengan-usia-kronologis-pada-pasien-klinik-ortodonti-fkg-usu.html> diakses pada 20 Juli 2018.

Apaydin B.K dan Yasar F. 2018. Accuracy of the Demirjian, Willems and Cameriere Methods of Estimating Dental Age on Turkish children. *Niger J clin Pract*, 21(3): 257-263.

Apriyono, Dwi Kartika. 2016. Metode Penentuan Usia Melalui Gigi dalam Proses Identikasi Korban. *Cermin dunia Kedokteran*, 43(1): 71-74.

Arifin R., Noviyandri P.R., Lusmana F.M. 2016. Hubungan Usia Dental dengan Puncak Pertumbuhan pada Pasien Usia 10-14 Tahun di RSGM UNSYAH. *J Syiah Kuala Dent Soc*, 1(2): 96-102.



Armond M.C., Generoso R., Falci S.G., dkk. 2012. Skeletal Maturation of The Cervical Vertebrae: Association with Various Types of Malocclusion. *Braz Oral Res*,26(2):145-50.

Bagherian A dan Sadeghi M. 2011. Assessment of Dental Maturity of Children Ages 3.5 to 13.5 years Using the Demirjian Method in Iranian Population. *Journal of oral Science*, 53(1);237-42.

Bambha J.K. 1961. Longitudinal Cephalometric Roentgenographic Study of Face and Cranium in Relation to Body Height. *J Am Dent Assoc*, 63; 776-799.

Brin I., Camasuvi S., Dali N., dkk. 2006. Comparison of Second Molar Eruption Patterns with Skeletal Class II and Skeletal Class I Malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130:746-51.

Bruntz L.Q., Palomo J.M., Baden S., dan Hans M.G. 2006. A Comparison of Scanned Lateral Cephalograms With Corresponding Original Radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130(3): 340-48.

Celikoglu M., Erdem A., Dane A., dkk. 2011. Dental Age Assessment in Orthodontic Patients with and Without Skeletal Malocclusions. *Orthod Craniofac Res*, 14(2): 58-62.

Chamidah A.N. 2009. Deteksi Dini Gangguan Pertumbuhan dan Perkembangan Anak. *Jurnal Pendidikan Khusus*, 5(2): 83-93.

Demirjian A., Goldstein H., Tanner J.M. 1973. A New System of Dental Age Assessment. *Human Biology*, 45(2): 211-227.

Durao A.R., Pittayapat P., Rockenbach M.I.B., dkk. 2013. Validity of 2D Lateral Cephalometry in Orthodontics: A Systematic Review. *Progress in Orthodontics*, 14(1): 1-11.



Emil., Iman P., Kuswahyuning. 2013. Hubungan Antara Perawatan Teknik Begg dan Perubahan Sudut Bidang Oklusal Terhadap Perubahan Jarak AO-BO. *J Ked Gi*, 4(3): 178.

Esenlik E., Atak A., Altun C. 2014. Evaluation of Dental Maturation in Children According to Sagittal Jaw Relationship. *European Journal of Dentistry*, 8(1): 38-43.

Fishell M.T., Deeley K., Harvey E.M., dkk. 2012. Genetic Variation in Myosin 1H Contributes to Mandibular Prognathism. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(1): 51-59.

Foster T.D. 1990. *A Textbook of Orthodontics*, 3rd Ed., Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Giri J., Shrestha B.K., Yadav R., dkk. 2016. Assessment of Skeletal Maturation with Permanent Mandibular Second Molar Calcification Stages Among A Group of Nepalese Orthodontic Patients. *Clinical, Cosmetic and Invetigational Dentistry*, Vol. 8 Issue 1, p. 57-62.

Graber T.M., Vanarsdall R.L., Vig K., dkk. 2011. *Orthodontics Current Principles and Techniques*, 5rdEd., St.Louis: Mosby Inc.

Haddad A.S., Haddad D.S., Crosato E.M., dkk. 2016. Fragile X Syndrome: Panoramic Radiographic Evaluation of Dental Anomalies, Dental mineralization Stage and Mandibular Angle. *J Appl Oral Sci*, 24(5): 518-523.

Hansu C., Anindita P.S., Mariati N.W. 2013. Kebutuhan Perawatan Ortodonti Berdasarkan *Index Of Treatment Need* di SMP Katolik Theodorus Kotamobagu. *Jurnal e-GiGi*, 1(2): 99-104.



Haruki T., Kanomi R., Shimono T. 1997. The Differences in The Chronology and Calcification of Second Molars between Angle Clas III and Class II Occlusions in Japanese Children. *ASDC J Dent Child*, 64:400-4.

Hasan B.M. dan Abuaffan A.H. 2016. Correlation between Chronological Age, Dental Age and Skeletal Maturity in a Sample of Sudanese Children. *Global Journal of Medical Research*, XVI(I): 13-21.

Hassel B., Farman A.G dan Abomr D. 1995. Skeletal Maturation Evaluation Using Cervical Vertebrae. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(1); 58-66.

Husein N.N.N., Kee K.M., Gan P. 2011. Validity of Demirjian and Willems Methods for Dental Age Estimation for Malaysian Children Aged 5-15 Years Old. *J Forensic Science International*, 204: 208e1-208e6.

Heil A., Gonzalez E.L., Hilgenfeld T., dkk. 2017. Lateral Cephalometric Analysis For Treatment Planning in Orthodontics Based on MRI Compared with Radiographs: A Feasibility Study in Children and Adolescents. *PLOS: ONE*, 12(3): 1-14.

Howard C.C. 1936. Growth Ossification of Bone Centres as Correlated With General Growth Stages. *Int. J. Orthodontia*, 22: 888-894.

Indriati, Ety. 2001. Permanen Tooth Eruption in Javanese Children. *Berkah Ilmu Kedokteran*, 33(4): 237 – 248.

Indriyanti R., Pertiwi A.S., Sasmita I.S. 2006. Pola Erupsi Gigi Permanen Ditinjau dari Usia Kronologis pada Anak Usia 6 sampai 12 Tahun. Laporan Penelitian. FKG UNPAD: 1-25.

Jamroz G.M.B., Jagtman A.M.K., Hof M.A.F., dkk. 2006. Dental Maturation in Short and Long Facial Types, Is There a Difference?. *Angle Orthodontist*, 76(5): 766 – 770.



Janson G.R.P., Martins D.R., Tavano O., dkk. 1998. Dental Maturation in Subjects with Extreme Vertical Facial Types. *European Journal of Orthodontics*, 20(1): 73 – 78.

Jurca A., Lazar L., Pacurar M., dkk. 2014. Dental Age Assessment Using Demirjian's Method – A Radiographic Study. *European Scientific Journal*, 10(36): 51-60.

Kamble R.H., Singla P., Wankhede J., dkk. 2014. Evaluation and Comparison of Skeletal and Dental Maturity Indicators in Individuals with Different Growth Pattern. *IOSR-JDMS*, 13(12): 4-8.

Khal H.A.A., Wong R.W.K., Rabie A.B.M. 2008. Elimination of Hand-wrist Radiographs For Maturity Assessment in Children Needing Orthodontic Therapy. *Skeletal Radiol*, 37(3): 195-200.

Komalawati. 2011. Hubungan Sudut ANB dengan Penilaian Wits (Telaah Pustaka). *Proceeding RDM&E-V*, p.74-82.

Krailassiri S., Anuwongnukroh N., Dechkunakorn S. 2002. Relationships Between Dental Calcification Stages and Skeletal Maturity Indicators in Thai Individuals. *Angle Orthodontist*, 72(2): 155-156.

Kumar S., Singla A., Sharma R., dkk. 2012. Skeletal Maturation Evaluation Using Mandibular Second Molar Calcification Stages. *Angle Orthodontist*, 82(3): 501-506.

Kurita L.M., Menezes A.V., Casanova M.S., dkk. 2007. Dental Maturity As An Indicator of Chronological Age: Radiographic Assessment of Dental Age In A Brazilian Population. *Journal of Applied Oral Sciences*, 15(2): 99-104.

Kusnoto J., Nasution F.H., Gunadi H.A. 2016. Buku Ortodonti, Jilid 1. Jakarta: EGC. p. 23-24, 111, 128-173, 174-212.



Kuswandari, Sri. 2014. Maturasi dan Erupsi Gigi Permanen pada Anak Periode Gigi Pergantian. *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 47(2): 72-76.

Laguhi V.A., Anindita P.S., Gunawan P.N. 2014. Gambaran Maloklusi dengan Menggunakan HMAR pada Pasien di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Sam Ratulangi Manado. *Jurnal e-GiGi*, 2(2): 1-7.

Lannucci J.M. dan Howerton L.J. 2012. *Dental Radiology: Principles and Techniques*, 4th Ed. Missouri: Elsevier.

Lauc T., Nakas E., Dautovic M.L., dkk. 2017. Dental Age in Orthodontics Patients with Different Skeletal Patterns. *Biomed Research International*, Vol. 2017, p. 1-7.

Liversdge H.M. 2012. The Assessment and interpretasi of Demirjian, Goldstein and Tanner's Dental Maturity. *Ann Hum Biol*, 39: 412-431.

Lee Y.S., Lee S.J., An H., dkk. 2012. Do Class III Patients Have a Different Growth Spurt than The General Population?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(5): 679-689.

Lloyd R.S., Oliver J.L., Faigenbaum A.D., dkk. 2014. Chronological age vs Biological Maturation: Implications for Exercise Programming in Youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5): 1454-1464.

Lopes J.L., Gamba T.D.O., Visconti M.A.P.G., dkk. 2016. Utility of Panoramic Radiography for Identification of The Pubertal Growth Period. *AJO-DO*, 149(4): 509-515.

Maber M., Liversdige H.M., Hector M.P. 2006. Accuracy of Age Estimation of Radiographic Methods Using Developing Teeth. *Forensic Science International*, 159 (Suppl. 1), p. S68-S73.



- Macha M., Lamba B., Avula J.S.S., dkk. 2017. Estimation of Correlation between Chronological Age, Skeletal Age and Dental Age in Children: A Cross-sectional Study. *Journal of Clinical and Diagnosis Research*, 11(9): 1-4.
- Makkad R.S., Balani A., Chaturvedi S.S., dkk. 2013. Reliability of Panoramic Radiography in Chronological Age Estimation. *Journal of Forensic Dental Sciences*, 5(2): 129-133.
- Mardiati, Endah. 2012. Indikator Maturasi Fisiologis Untuk Perawatan Ortodonti Interseptif. *Prosiding Temu Ilmiah Bandung Dentistry* 9, p. 315-328.
- Margono. 2004. Metode Penelitian Pendidikan. Jakarta: Rineka Cipta. p.127.
- Michalska K.M dan Baccetti T. 2010. Duration of The Pubertal Peak in Skeletal Class I and Class III Subjects. *Angle Orthod* 2010, 80(1): 54-57.
- Mcdonald R.E dan Avery D.R. 2011. *Dentistry For the Child and Adolescent*, 9th Ed. P. 41- 42.
- Meidiyanto dan Ardhana. 2011. Perawatan Maloklusi Pseudo Kelas III dengan Alat Ortodontik Cekat Teknik Begg. *Maj Ked Gi*, 18(2): 163-166.
- Mohammed R.B., Krishnamraju P.V., Prasanth P.S., dkk. 2014. Dental Age Estimation Using Willems Method: A Digital Orthopantomographic Study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 5(3): 371-376.
- Muliani., Widiанти I.G.A., Wardana N.G., dkk. 2017. Tahap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanda-tanda Seks Sekunder Remaja SMPN 4 Bangli, Desa Pengotan, Kecamatan Bangli. *Medicina*, 48(2): 75-82.



Nakas E., Galic I., Brkic H., Lauc T. 2013. Comparison of Dental and Chronological Age in Children from Sarajevo with Different Sagittal Skeletal Malocclusions. *Stomatoloski Vjesnik*, 2(2): 83–87.

Nanda S.K dan Rowe T.K. 1989. Circumpubertal Growth Spurt Related to Vertical Dysplasia. *Angle Orthod* , 59: 113-22.

Nanda M., Singla A., Sachdev V., dkk. 2017. Correlation of Chronological, Skeletal and Dental Age in North Indian Population. *Indian Journal of Dental Sciences*,. 9(5): 13-20.

Nelson S.J. dan Ash M.M. 2010. *Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion*, 10th Ed., St. Louis: Elsevier Saunders. p. 28, 31.

Neves L.S., Pinzan A., Janson G., dkk. 2005. Comparative Study of The Maturation of Permanent Teeth in Subjects with Vertical and Horizontal Growth Patterns. *American Journal Of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*,128: 619-23.

Ogodescu A.E., Ogodescu A., Szabo K, dkk. 2011. Dental Maturity- a Biologic Indicator of Chronological Age: Digital Radiographic Study to Assess Dental Age in Romanian Children. *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*, 5(1): 32-39.

Pangaribuan A., dan Suparwitri S. 2006. Perawatan Ortodontik Non Bedah untuk Mengoreksi Maloklusi Klas I dengan Gigitan Terbuka pada Pasien Dewasa. *Maj. Ked. Gi*, 13(2): 199-202.

Pinkham J.R., Casamassimo P.S., Field H.W., dkk. 2005. *Pediatric Dentistry Infancy Through Adolescence*, 4th Edition. Elsevier Saunders: St. Louis. p. 52-53, 173-192.

Proffit W.R., Fields H.W., Sarver D.M. 2012. *Contemporary Orthodontics*, 5th Ed., St. Louis: Mosby, Inc. p. 76, 206.



Putri A.S., Nehemia B., Soedarsono N. 2013. Prakiraan Usia Individu melalui Pemeriksaan Gigi untuk Kepentingan Forensik Kedokteran Gigi. *Jurnal PDGI*, 62(3): 55-63.

Rahardjo, Pambudi. 2016. *Ortodonti Dasar*, Edisi 2., Surabaya: *Airlangga University Press*. p.23, 65-67, 163-176, 166.

Rahmawati A.D., Retriasih H., Medawati A. 2001. Hubungan Antara Status Gizi dengan Status Erupsi Gigi Insisivus Sentralis Permanen Mandibula. *IDJ*, 3(1): 16 – 21.

Reyes B.C., Baccetti T., McNamara JA.Jr. 2006. An Estimate of Craniofacial Growth in Class III Malocclusion. *Angle Orthod*, 76(4): 577-584.

Sasaki M., Sato K dan Mitani H. 1990. Tooth formation and eruption in skeletal Class II and Class III malocclusions. *Nihon Kyosei Shika Gakkai Zasshi*, 49: 435–42.

Sehrawat J.S. dan Singh M. 2017. Willems Method of Dental Age Estimation in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 5(2017): 122-129.

Seselj, Maja. 2013. Relationship Between Dental Development and Skeletal Growth in Modern Humans and Its Implications for Interpreting Ontogeny in Fossil Hominins. *Am J Phys Anthropol*, 150(1): 38 – 47.

Silveira A.M., Fishman L.S., Subtelný J.D., dkk. 1992. Facial Growth During Adolescence in Ealy, Average and Late Maturers. *The Angle Orthodontist*, 62(3); 185-190.

Singh, Gurkeerat. 2007. *Textbook of Orthodontics*, 2nd Ed., New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. p. 3-4, 94-122, 175,177, 179- 159-174.



Sudarso I.S.R. 2011. Perkembangan dan Permasalahan Alat Interseptik Ortodonti Secara Dini Pada Anak Masa Tumbuh Kembang. *Stomatognathic J.K.G Unej*, 8(1): 1-10.

Sugiyono. 2014. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta. p. 66-67, 74.

Stiles K.A dan Luke J.E. 1953. The Inheritance of Malocclusion Due To Mandibular Prognathism. *J Hered*, 44(6): 241-245.

Swastirani A., Utomo H., Sylvia M. MAR. 2018. Estimasi Usia dengan Ortophantomogram pada Pasien Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan Universitas Airlangga. *E-Prodenta Journal of Dentistry*, 2(1): 124-129.

Thomson E.M. dan Johnson O.N. 2012. *Essentials of Dental Radiography for Dental Assistants and Hygienists*, 9th Ed., New Jersey: Pearson Education Inc., p. 378.

Whaites, Eric dan Cawson R.A. 2016. *Essentials of Dental Radiography and Radiology*, 6th Ed. Elsevier Sciences Limited: Churchill Livingstone.

White S.C. dan Pharoah, M.J. 2009. *Oral Radiology Principles and Interpretations*, 6th Ed., St. Louis: Mosby Elsevier. p. 175.

Willems G., Olmen A.V., Spiessens B., dkk. 2001. Dental Age Estimation in Belgian Children: Demirjian's Technique Revisited. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*, 19(1): 9-17.

Yunus B dan Wardhani Y. 2016. Differences between Chronological Age and Dental Age Using Demirjian's Method Based on Upon a Radiology Study Using Dental Hospital Department of Panoramic Radiography Hasanuddin University. *J Dentomaxillofac Sci*, 1(2); 103-108.



Ye X., Jiannng F., Sheng X., dkk. 2014. Dental Age Assessment in 7-14 Years Old Chinnese Children: Comparison of Demirjian and Willems Methods. *Forensic Science International*, 244: 36-41.

Zajac M.D., Derwich M., Kenig M.M., dkk. 2017. Analysis of Dental Maturation on Relation to Sagittal Jaw Relationships. *Pol. J. Radiol.*, Vol.82: 32-37.



