

**ANALISIS POSISI DAN DENSITAS KEPALA KONDILUS,
SUDUT GONIAL DAN TINGGI RAMUS MANDIBULA PADA
PASIEN SINDROM DOWN DITINJAU DARI RADIOGRAF
PANORAMIK**

**Oleh
Novi Kurniati
160821170004**

KARYA ILMIAH AKHIR
Untuk memenuhi salah satu syarat ujian
Guna memperoleh gelar Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi
Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
RADIOLOGI KEDOKTERAN GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN
BANDUNG
2020**

**ANALISIS POSISI DAN DENSITAS KEPALA KONDILUS,
SUDUT GONIAL DAN TINGGI RAMUS MANDIBULA PADA
PASIEEN SINDROM DOWN DITINJAU DARI RADIOGRAF
PANORAMIK**

Oleh
Novi Kurniati
160821170004

KARYA ILMIAH AKHIR
Untuk memenuhi salah satu syarat ujian
Guna memperoleh gelar Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi
Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi

Bandung, Januari 2020

Pembimbing Utama



Ria N. Firman, drg., M.H. Kes., Sp.RKG(K)
NIP. 19560520 198403 2 001

Pembimbing Pendamping I



Farina Pramanik, drg., M.M., Sp.RKG (K)
NIP. 19850626 201012 2 001

Pembimbing Pendamping II



Prof. Dr. Willvanti Soewondo, drg., Sp.KGA(K)
NIP. 19541218 198002 2 00

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tesis/~~disertasi~~*) ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Padjajaran maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing/~~Tim Promotor~~* dan masukkan Tim Penelaah/Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Bandung, Januari 2020

Yang Membuat Pernyataan



(Novi Kurniati)

NPM: 160821170003

Analisis Posisi dan Densitas Kepala Kondilus, Sudut Gonial dan Tinggi Ramus ditinjau dari Radiograf Panoramik
Novi Kurniati -16082117004

ABSTRAK

Sindrom Down (DS) merupakan kelainan dengan karakteristik hipotonia otot yang dapat mempengaruhi posisi TMJ, pertumbuhan dan perkembangan tulang wajah serta densitas tulang. Hal tersebut dapat diukur menggunakan radiograf panoramik. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara DS dan normal.

Jenis penelitian ini analitik komparatif. Populasi yaitu seluruh radiograf panoramik pasien DS di Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi RSGM UNPAD pada Maret 2016-April 2017. Sample 21 arsip radiograf panoramik didapat dengan metode purposive sampling. Metode pengukuran menggunakan software *Image-J*.

Hasil penelitian yaitu posisi rerata kepala kondilus kanan pada pasien DS 1,4mm (anterior), 2,52mm (superior), 2,44mm (posterior) dan kondilus kiri 1,45mm (anterior), 2,79mm (superior), 2,75mm (posterior), dengan $p > 0,05$. Nilai rerata densitas kepala kondilus kanan (10,25%, p -value 0,040) maupun kiri (9,47%, p -value 0,004) pada pasien DS memiliki angka rerata lebih kecil dari normal. Sudut gonial kanan ($124,49^\circ$) dan kiri ($123,89^\circ$) pada DS menunjukkan nilai lebih kecil dibandingkan kelompok normal dengan $p > 0,05$. Tinggi ramus kanan (30,82mm, p -value 0,015) dan kiri (30,29mm, p -value 0,002) pada pasien DS memiliki angka rerata lebih kecil dari normal.

Simpulan penelitian yaitu tidak terdapat perbedaan posisi kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien DS dan normal. Terdapat perbedaan densitas kepala kondilus antara pasien DS dan normal. Tidak terdapat perbedaan sudut gonial antara pasien DS dan normal. Terdapat perbedaan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien DS dan normal

Kata kunci: Sindrom Down, Posisi dan Densitas Kondilus, Sudut Gonial, Tinggi Ramus, Radiograf Panoramik

Analysis Position and Density Head of Condyle, Gonial Angle and Height of the Mandible Ramus in patient with Down Syndrome on Panoramic Radiographs

Novi Kurniati -16082117004

ABSTRACT

Down syndrome (DS) is a disorder with abnormalities characteristic of muscle hypotonia that can affect TMJ position, growth and development of facial bones and bone density. This can be measured using a panoramic radiograph. This study aims to determine differences in the position and density of the head of the condyle, gonial angle and height of the mandible ramus in terms of panoramic radiographs between DS and normal.

This type of research was comparative analytic. The population is all panoramic radiographs of DS patients in the Dental Radiology Installation of RSGM UNPAD in March 2016-April 2017. Sample 21 panoramic radiograph archives were obtained by purposive sampling method. The measurement method uses Image-J software.

The results of the study were the mean position of the right condyle head in DS patients 1.4mm (anterior), 2.52mm (superior), 2.44mm (posterior) and the left condyle 1.45mm (anterior), 2.79mm (superior), 2.75mm (posterior), with $p > 0.05$. The mean density of right condyle head (10.25%, p-value 0.040) and left (9.47%, p-value 0.004) in DS patients have a mean value smaller than normal. Right gonial angle (124.49°) and left (123.89°) on DS shows smaller value than normal group with $p > 0.05$. The height of the right ramus (30.82mm, p-value 0.015) and left (30.29mm, p-value 0.002) in DS patients has an average rate smaller than normal.

The conclusion of the study is that there is no difference in the position of the head of the condyle in terms of panoramic radiographs between DS and normal patients. There is a difference in density of the head of the condyle between DS and normal patients. There is no difference in gonial angle between DS and normal patients. There is a difference in the height of the ramus of the mandible from the panoramic radiograph between DS and normal patients

Keywords: Down Syndrome, Condyle Position and Density, Gonial Angles, Height Ramus, Panoramic Radiographs

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan kelulusan Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran Bandung.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Prof. Dr. Rina Indiasuti, M.SIE., selaku Rektor Universitas Padjajaran Bandung.
2. Dr. Nina Djustiana, drg., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran Bandung.
3. Prof. Dr. Suhardjo, drg., M.S., Sp.RKG (K)., selaku Kepala Departemen Radiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran sekaligus penguji atas saran yang berharga untuk menyempurnakan penyusunan karya ilmiah akhir ini.
4. Dr. Azhari, drg., M.S., Sp.RKG (K)., selaku Kepala Program Studi PPDGS RKG Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran sekaligus penguji atas saran yang berharga untuk menyempurnakan penyusunan karya ilmiah akhir ini.
5. Ria N Firman, drg., MHKes., Sp.RKG (K)., selaku pembimbing utama yang selama ini dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memberikan saran berharga selama penelitian dan penyusunan karya ilmiah akhir ini.
6. drg. Farina Pramanik, drg., MM., Sp.RKG (K)., selaku pembimbing pendamping I yang selama ini dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memberikan saran berharga selama penelitian dan penyusunan karya ilmiah akhir ini.

7. Prof. Dr. Willyanti Soewondo, drg., Sp.KGA (K)., selaku pembimbing pendamping II yang selama ini dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memberikan saran berharga selama penelitian dan penyusunan karya ilmiah akhir ini.
8. Seluruh staf dosen, tendik, dan radiografer khususnya di Departemen Radiologi Kedokteran Gigi serta Departemen Ilmu Kedokteran Gigi Anak Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran, atas semua bantuannya selama menjalani pendidikan dan pelatihan.
9. Prof. Dr. Budiharto, drg., SKM , Dr. Mirna Febrianti, drg., M.Kes., Herlia Nur Istandiah, drg., M.Si., Sp. Ort., serta seluruh civitas FKG UPDM (B) yang senantiasa memberikan dukungan demi kelancaran studi penulis.
10. Keluarga tercinta, papa Fatah Asfari, mama Yuheri dan adik-adik saya (Desi Asfriyanti dan Fitria Handayani), yang telah memberikan dukungan dan doanya selama ini.
11. Rekan-rekan seperjuangan residen PPDGS RKG angkatan 2017 (Chrisna Ardhy Medika, Nova Rosdiana, Fitri Angraini, Jatu R Keshena dan Siska Damayanti) semoga silaturahmi kita akan selalu terjaga.
12. Teman-teman residen PPDGS RKG angkatan 2015, 2016, 2018, dan 2019 yang sudah membantu selama penulis menjalani pendidikan.
13. Kepada semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas dan melimpahkan berkah bagi seluruh pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa penulisan karya ilmiah akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna mendapatkan hasil yang lebih baik. Akhir kata, semoga karya ilmiah akhir ini dapat bermanfaat bagi segenap civitas akademika dan kita semua

Bandung, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Aspek Teoritis.....	7
1.4.2 Aspek Praktis.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS.....	8
2.1 Kajian Pustaka.....	8
2.1.1 Sindrom Down.....	8
2.1.2 Tinjauan Umum Mandibula.....	14
2.1.3 Tinjauan Umum Kualitas Tulang.....	22
2.1.4 Radiograf Panoramik.....	29
2.2 Kerangka Pemikiran.....	38
2.3 Hipotesis Penelitian.....	42
BAB III SUBJEK, BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	44
3.1 Jenis Penelitian.....	44
3.2 Populasi.....	44

3.3	Sample.....	45
3.4	Identifikasi Variable.....	46
3.5	Definisi Operasional.....	46
3.6	Alat dan Bahan Penelitian.....	50
3.7	Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	51
3.8	Cara Kerja dan Alur Penelitian.....	51
3.8.1	Cara kerja.....	51
3.8.2	Alur Penelitian.....	54
3.9	Rancangan Analisis.....	54
3.10	Lokasi dan Waktu penelitian.....	56
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Hasil Analisis.....	57
4.1.1	Gambaran Posisi Kepala Kondilus.....	58
4.1.2	Gambaran Densitas Kepala Kondilus.....	60
4.1.3	Gambaran Sudut Gonial Mandibula.....	60
4.1.4	Gambaran Tinggi Ramus Mandibula.....	61
4.2	Uji Hipotesis.....	62
4.3	Pembahasan.....	65
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		75
5.1	Simpulan.....	75
5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....		76
RIWAYAT PENULIS.....		89
LAMPIRAN.....		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Efek <i>nondisjunction</i>	10
Gambar 2.2 Gambar Otot-Otot Pengunyahan.....	17
Gambar 2.3 Proses dan Hasil Radiograf Panoramik.....	30
Gambar 2.4 Radiograf Panoramik.....	31
Gambar 2.5 Penyangga Kepala Mesin Panoramik.....	33
Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran.....	43
Gambar 3.1 Landmark Kepala Kondilus.....	47
Gambar 3.2 Cara penentuan ROI pada Kepala Kondilus.....	49
Gambar 3.3 Pengukuran Sudut Gonial.....	49
Gambar 3.4 Pengukuran Tinggi Ramus Mandibula.....	50
Gambar 3.5 Skema Penelitian.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Karakteristik Pasien berdasarkan Usia.....	57
Tabel 4.2	Karakteristik Pasien berdasarkan Jenis Kelamin.....	58
Tabel 4.3	Posisi Kepala Kondilus (mm).....	59
Tabel 4.4	Densitas Kepala Kondilus (%).....	61
Tabel 4.5	Sudut Gonial Mandibula (derajat).....	63
Tabel 4.6	Tinggi Ramus Mandibula (mm).....	64
Tabel 4.7	Uji Perbandingan Posisi Kepala Kondilus.....	66
Tabel 4.8	Uji perbandingan Densitas Kepala Kondilus.....	66
Tabel 4.9	Uji Perbandingan Sudut Gonial Mandibula.....	67
Tabel 4.10	Uji Perbandingan Tinggi Ramus Mandibula.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penugasan Karya Ilmiah Akhir.....	90
Lampiran 2. Surat Persetujuan Komisi Etik.....	91
Lampiran 3. Permohonan Persetujuan Etik.....	92
Lampiran 4. Hasil Ukur Pasien DS.....	93
Lampiran 5. Hasil Ukur Pasien Normal.....	95
Lampiran 6. Data Uji Normalitas.....	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sindrom Down (DS) pertama kali diperkenalkan oleh John Langdown Down pada tahun 1866 dan sindrom ini disebabkan oleh multifaktorial yaitu interaksi faktor genetik dan faktor lainnya. Kelainan genetik disebabkan oleh adanya abrasi kromosom mengakibatkan kelebihan kromosom pada kromosom 21, serta mempengaruhi 1-2 individu setiap 1000 kelahiran hidup.¹⁻³ Terdapat beberapa gambaran kromosom untuk DS yaitu trisomi kromosom 21 (terhitung sekitar 95% dari semua kasus DS), translokasi (3%) dan mosaikisme atau trisomi parsial (2%).^{2,4} Sindrom Down (DS) merupakan penyebab genetik paling umum dari *developmental disability* dan ditandai oleh gangguan intelektual serta gangguan muskuloskeletal.^{5,6} Pasien DS digambarkan secara klinis, memiliki *low tone muscle*, atau *low stiffness muscle*, dapat mempengaruhi kekuatan otot dan keterampilan motorik.⁶

Beberapa fitur fenotip tampak pada DS, termasuk kelainan morfologis kepala dan anggota badan, perawakan pendek, hipotonia (80%-100%)⁷, dan hiperlaxitas ligamen (75%)⁸, kerusakan fungsi organ, khususnya jantung (50% bayi baru lahir dengan DS), obstruksi saluran gastrointestinal (4-5% bayi baru lahir dengan DS), peningkatan risiko leukemia, timbulnya neuropatologi seperti dini Alzheimer juga umum pada individu dengan DS. Hampir semua anak-anak dengan DS menderita

hipotonia otot (MH), keadaan berkurangnya tonus otot, biasanya terkait dengan otot rangka.^{9,10}

Hipotonia otot dan hipermobilitas sendi dilaporkan secara rutin dalam menggambarkan karakteristik DS.⁹⁻¹¹ Menurut konsep "*functional muscle-bone unit*" massa tulang dan geometri tulang dipengaruhi oleh pertumbuhan dan perkembangan otot pada anak-anak dan remaja. Kelemahan otot dilaporkan pada pasien DS bisa mengakibatkan berkurangnya massa tulang dan perubahan matriks tulang. Kontraksi otot menempatkan beban fisiologis terbesar pada tulang, dan kekuatan tulang harus beradaptasi dengan kekuatan otot. Sehingga bisa disimpulkan kontraksi otot lemah merupakan penyebab utama kelemahan tulang pada pasien DS.^{5,12}

McKelvey *et al*¹³ menjelaskan bahwa mekanisme rendahnya massa tulang pada Down sindrom disebabkan oleh pembentukan osteoblastik tulang rendah dan akumulasi tulang tidak memadai dibandingkan resorpsi tulang berdampak terhadap densitas tulang pada pasien DS. McKelvey *et al*¹³ menunjukkan jumlah penanda biokimiawi prokolagen serum tipe-1 propeptida N-terminal (P1NP) berfungsi sebagai marker pembentukan tulang lebih rendah (17ng/ml) pada pasien DS dari normal. Angelopoulou *et al*¹⁴ dan Gavris *et al*⁵ membuktikan adanya hubungan antara kekuatan otot dan kepadatan tulang pada pasien DS .

Kombinasi kelainan muskuloskeletal dan rendahnya masa tulang dapat menyebabkan keterlambatan dalam perkembangan tumbuh kembang tubuh, perkembangan motorik serta kelemahan otot orofasial, yaitu bibir, lidah, dan pipi.¹⁵ Kelemahan otot orofasial dapat mengganggu keseimbangan ligamen dan otot

pengunyahan sehingga dapat memberikan dampak pada pertumbuhan *dentocraniofacial* dan pergerakan otot pada sendi temporomandibular.¹⁵⁻¹⁷

Suharsini *et al*¹⁵ membuktikan hipotonia otot mastikasi pada pasien DS memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan wajah pada arah anteroposterior dan vertikal, tetapi tidak secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan wajah arah lateral. Hipotonia otot pengunyahan (seperti pada otot masseter dan temporalis) akan mengurangi kekuatan mekanik diterima mandibula sehingga mengurangi stimulasi otot ke tulang mengakibatkan defisiensi ramus mandibula (pertumbuhan wajah dalam arah vertikal) dan perubahan sudut gonion (pertumbuhan dalam arah anteroposterior). Perubahan ini disebabkan oleh pengaruh pergerakan otot masseter dan temporalis dalam kegiatan membuka, tutup mulut, selain itu sudut gonion memiliki korelasi langsung terhadap aktivitas otot masseter saat berfungsi, mengingat otot masseter memiliki insersi pada angulus dan ramus mandibula, dan origin pada arcus zygomaticus.^{15,18,19}

Penelitian Suri *et al*¹⁸ dan Aline *et al*¹⁹ menunjukkan ukuran anterior dasar kranial, dimensi vertikal wajah anterior dan posterior, panjang maxilla, ramus mandibula kecil dan kecembungan wajah pada pasien DS lebih kecil dibandingkan dengan kelompok normal. Pada beberapa penelitian sebelumnya menyatakan perubahan panjang ramus mandibula dan sudut gonial merupakan salah satu indikator pertumbuhan mandibula atau proses patologis pada sendi temporomandibular (TMJ).²⁰⁻²³

Penyebab potensial dalam perubahan posisi TMJ (kondilus-fossa) termasuk perpindahan diskus, perbedaan oklusi sentrik dan relasi sentrik pada sendi, perubahan morfologi kondilus dan eminensia karena adanya kelainan degeneratif dan trauma pada rahang.²⁴ Oliveira *et al*²⁵ menjelaskan bahwa otot lateral pterygoid tidak terkoordinasi (hiperaktif) pada kepala kondilus dapat menyebabkan gangguan intra-artikular seperti *disc displacement* akhirnya dapat menimbulkan kliking. Penelitian Almeida *et al*²⁶ menggunakan radiograf *transcranial* menunjukkan posisi kepala kondilus pada pasien DS memiliki kecenderungan berada pada posisi anterior baik pada saat rahang oklusi sentrik mau pun posisi relasi sentrik.²⁶

Pemindaian *Dual-energy x-ray absorptiometry* (DXA) adalah teknik pengukuran standar BMD pada pinggul dan lumbar, tetapi pada pasien DS evaluasi pada berbagai daerah tubuh dan menggunakan teknik lain juga dilakukan.²⁷ Penelitian oleh Allam *et al*²⁸ mengenai perbandingan densitas tulang antara 2 grup pasien DS (grup umur 7-10 tahun dan umur 14-18 tahun) dan normal menggunakan DXA menunjukkan pasien DS memiliki *Bone Mineral Density Z-score* lebih rendah daripada individu tanpa DS. DXA memiliki beberapa kekurangan yaitu teknik ini sangat mahal, radiasi cukup besar dan tidak tersedia disemua tempat, sehingga teknik ini tidak dapat dilakukan untuk pemeriksaan dini nilai densitas tulang pada pasien dengan kemungkinan adanya osteoporosis.²⁹

Radiograf panoramik dapat digunakan sebagai media penilaian kualitas tulang dan sendi temporomandibula karena mudah, non invasiv, murah dan dosis terpapar pada pasien relatif rendah sehingga dapat digunakan sebagai pemeriksaan rutin.^{30,31} Radiografi panoramik telah terbukti menjadi teknik pertama, sederhana dan

berguna untuk menilai kelainan pada kepala kondilus seperti morfologi, kesimetrisan posisi kepala kondilus, hiperplasia atau hipoplasia, trauma dan tumor pada kepala kondilus.^{32,33}

Area dapat dijadikan pilihan untuk melihat kualitas tulang yaitu pada daerah kepala kondilus, karena area ini merupakan bagian dari mandibula tempat origo-insersio otot di daerah sendi temporomandibular tidak mendapatkan efek langsung dari oklusi, tetapi tetap mendapatkan beban stomatognatik terbesar.³⁴ Kondilus mempunyai banyak kandungan trabekula (98,4%) serta mempunyai tingkat metabolisme 5-8 kali lebih tinggi dari kortikal.³⁴⁻³⁶ Kondilus merupakan area relatif konstan, tidak terpengaruh oleh faktor lokal serta merupakan poin pertumbuhan penting dikarenakan proses pembentukan tulang kondilus secara enchondral sama seperti halnya vertebra, lumbal dan femur pada pemeriksaan DXA.³⁴

Berdasarkan fenomena telah disusun tersebut, maka penulis tertarik melakukan penelitian untuk melihat posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula pada radiograf panoramik pasien DS sebagai upaya identifikasi awal adanya perubahan pada kondilus memungkinkan pencegahan gangguan TMJ dan penurunan kualitas tulang pada pasien DS

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang telah dikemukakan sebelumnya, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan posisi kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
2. Apakah terdapat perbedaan densitas kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
3. Apakah terdapat perbedaan sudut gonial mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
4. Apakah terdapat perbedaan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perbedaan posisi kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal.
2. Untuk mengetahui perbedaan densitas kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
3. Untuk mengetahui perbedaan sudut gonial mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
4. Untuk mengetahui perbedaan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari aspek teoritis dan praktis

1.4.1 Aspek Teoritis

Aspek teori penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah dan acuan pembandingan untuk penelitian selanjutnya mengenai posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula pada pasien Sindrom Down menggunakan radiograf panoramik.

1.4.2 Aspek Praktis

Aspek praktis penelitian ini diharapkan dapat menjadi:

1. Panduan bagi para klinisi sehingga dapat membantu saat melakukan perawatan pada penderita DS terutama berhubungan dengan posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula pada Sindrom Down, seperti implan, orthodontia dan rehabilitasi kelainan sendi temporomandibular pada pasien Sindrom Down.
2. Memberikan informasi bagi para klinisi bahwa pemeriksaan radiografi panoramik dapat digunakan sebagai pemeriksaan awal pada pasien Sindrom Down memiliki resiko penurunan kualitas tulang sehingga dapat membantu mendiagnosa lebih awal dan mengevaluasi perawatan secara tepat.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN, DAN HIPOTESIS

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka menguraikan tentang tinjauan umum mengenai DS, tinjauan umum mengenai Sindrom Down, mandibula dan sendi temporomandibula, kualitas tulang dan radiografi panoramik.

2.1.1 Sindrom Down

Down syndrome (DS) terjadi pada sekitar 1 dari 700 kelahiran hidup dan paling umum berasal dari trisomi kromosom 21 (Hsa21). Sindrom Down adalah gangguan multifaset dengan lebih dari 80 fenotipe didefinisikan secara klinis termasuk mempengaruhi sistem saraf pusat, jantung, saluran pencernaan, kerangka dan sistem kekebalan tubuh. Fenotip berhubungan dengan individu dengan DS bervariasi dalam hal insiden dan tingkat keparahan, mengarah ke berbagai kombinasi fenotip dengan Trisomi 21 (Ts21). Misalnya, gangguan kognitif, hipotonia dan fitur kraniofasial adalah fenotip universal, sedangkan kelainan jantung hanya mempengaruhi sekitar setengah dari individu dengan DS.³⁷ Perkiraan morbiditas dari harapan hidup individu dengan DS lahir hari ini telah meningkat secara dramatis dari sekitar 9 tahun di awal abad kedua puluh hingga lebih dari 60 tahun pada dekade kedua abad ke-21.^{38,39}

Tahun 1866 John Langdon Down mempublikasikan "*Observation of an Ethnic Classification of Idiots*", dan menggunakan nama mongolisme karena

kemiripan wajah dengan orang Asia Timur.⁴⁰ Tahun 1959 Lejeune, Turpin dan Gautier menemukan ekstra kromosom 21 pada individu dengan DS. Jerome Lejeune berhipotesis bahwa *nondisjunction* kromosom selama miosis dapat menyebabkan Trisomi kromosom ke-21. Insidensi Trisomi 21 adalah satu dari 800 hingga 1.000 kelahiran hidup di Amerika Serikat.^{40,41}

Beberapa penelitian menunjukkan hubungan antara umur ibu lanjut usia dan perubahan rekombinasi meiosis terhadap mekanisme *nondisjunction* kromosom 21 pada oosit saat meiosis I dan II. Insidensi trisomi 21 meningkat seiring dengan bertambahnya usia ibu. Kejadian ini diakibatkan karena adanya akumulasi efek toksik lingkungan selama tahap oosit, degradasi komponen meiosis selama tahap penundaan dan perubahan fungsi ovarium akibat sinyal hormon yang tidak optimal. Pada wanita umur dibawah 35 tahun dengan janin Sindrom Down akan tampak kadar alfa-fetoprotein serum ibu lebih rendah, estriol tidak terkonjugasi rendah dan gonadotropin korionik meningkat.⁴²⁻⁴⁴

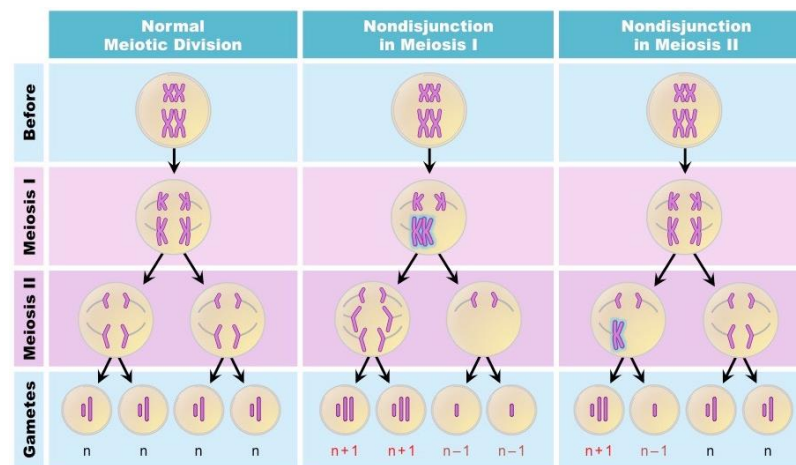
2.1.1.1 Klasifikasi Sindrom Down

Ada tiga jenis Sindrom Down (DS), meskipun secara umum dianggap bahwa tidak ada perbedaan klinis dalam ketiga genotipe:

1. Trisomi 21 murni

Mayoritas Sindrom Down (95%) disebabkan oleh kesalahan dalam pembelahan sel disebut *nondisjunction* yang menghasilkan embrio dengan tiga salinan kromosom 21 bukan dua, sehingga menghasilkan 47 kromosom. Sebelum atau pada saat pembuahan, sepasang kromosom ke-21 pada sperma

atau sel telur gagal melakukan pemisahan pada tahap miosis I dan II. Ketika embrio berkembang, kromosom ekstra direplikasi di setiap sel tubuh. Trisomi 21 juga dapat disebut sebagai Trisomi G.⁴¹⁻⁴³



Gambar 2.1 Efek *nondisjunction*⁴²

Gambaran kegagalan pemisahan kromosom pada tahap miosis I dan II dapat menyebabkan trisomi 21.

2. Translokasi

Translokasi terjadi sekitar 5% dari kasus DS dimana kromosom dalam sel tetap berjumlah 46 kromosom, namun salinan lengkap atau bagian ekstra dari kromosom 21 menempel pada kromosom lain. Kehadiran kromosom ekstra penuh atau parsial kromosom 21 menyebabkan karakteristik DS.^{41,42}

3. Mosaik

Mosaicism (atau DS mosaik) didiagnosis ketika ada campuran dua jenis sel, beberapa mengandung 46 kromosom normal dan beberapa mengandung 47 kromosom. Sel-sel dengan 47 kromosom mengandung kromosom ekstra 21. Mosaik adalah bentuk paling jarang terjadi dari DS dan hanya sekitar 1% dari semua kasus DS. Penelitian telah menunjukkan bahwa individu dengan DS

mosaik mungkin memiliki lebih sedikit karakteristik DS dibandingkan dengan tipe DS lainnya.^{41,42}

2.1.1.2 Karakteristik Fisik Sindrom Down

Manifestasi klinis Sindrom Down (DS) dapat diikuti gejala sistemik seperti penyakit jantung bawaan, kelainan saluran cerna, kelainan mata dan telinga. Gejala utama penderita DS adalah disabilitas intelektual dengan kurangnya tingkat kecerdasan (IQ) antara 50-70 berdasarkan skala Binet maupun Weshler. Retardasi mental mempengaruhi tingkat intelegensi pasien DS sehingga dapat menyebabkan keterlambatan perkembangan motorik dan kemampuan berbicara. Manifestasi klinis DS diantaranya sebagai berikut:⁴⁴⁻⁴⁷

1. Perkembangan lambat pada anak DS dan peningkatan demensia dini berupa hilangnya keterampilan kognitif dan fisik juga muncul pada remaja DS.
2. Kelainan jantung bawaan dengan insidensi sekitar 40% dan sekitar 1 dari 3 bayi DS.
3. Leukemia terjadi anak DS dengan onset antara usia 1-4 tahun dan insidensi 10 hingga 20 kali lebih besar selama masa bayi dan 12 kali pada usia 5 hingga 30 tahun dibandingkan dengan populasi umum.
4. Infeksi saluran pernapasan atas rentan terjadi pada pasien DS akibat abnormalitas saluran pernapasan, hypotonia otot dan perubahan imunologi.
5. Infeksi telinga pada pasien DS sangat rentan terjadi infeksi telinga dikarenakan telinga relatif sempit.

6. Hipotiroid pada anak DS dapat menyebabkan gejala lesu, kurangnya konsentrasi, kenaikan berat badan, kulit kering dan kasar, gangguan memori dan intoleransi dingin. Kondisi hipotiroid terjadi pada 30% pasien dan jika tidak di obati kondisi ini dapat menyebabkan penyakit jantung dan gangguan mental.

Individu dengan trisomi memperlihatkan fitur spesifik tergantung pada kromosom terlibat, terdapat banyak fitur pasien DS namun biasanya fitur tersebut tidak muncul secara menyeluruh. Pasien DS rerata akan membawa sekitar 7 sampai 8 fitur klinis, diantaranya adalah:^{48,49}

1. Ukuran kepala lebih kecil (*microcephali*) dan dahi menonjol (*brachycephali*), serta volume otak lebih kecil dibandingkan dengan anak normal.
2. Rambut cenderung halus, lurus dan jarang
3. Wajah terlihat bulat kecil (bila dilihat dari depan) dan profil wajah datar, disebabkan karena hipoplasia sepertiga tengah wajah pada anak DS.
4. Mata sipit dan sedikit miring ke atas (*up slanting eyes*).
5. Hidung kecil dengan batang hidung datar (*flat nasal bridge*)
6. Bentuk telinga abnormal (*displastic ear*) dan anomali posisi telinga terletak dibawah dari posisi telinga normal (*low-set-ear*)
7. Leher tampak pendek dan lebar
8. Tangan yang pendek dan lebar dengan jari-jari pendek.
9. Kaki anak DS cenderung pendek, gemuk dengan telapak kaki datar dan memiliki celah lebar diantara ibu jari dengan jari telunjuk (*sandal gap*)

10. Kulit cenderung kasar
11. Ukuran tubuh dan perawakan bayi dan anak DS secara umum lebih kecil daripada anak normal seusianya.
12. Otot dan Persendian menunjukkan adanya hipotonia atau kelehan tonus otot baik pada ekstremitas dan otot-otot kraniofasial dapat mempengaruhi keterlambatan perkembangan fisik dan kemampuan bicara, hipersalivasi (*drooling*), masalah pengunyahan serta penurunan tingkat kebersihan rongga mulut.
13. Penderita DS memiliki kemungkinan 12 kali lebih tinggi terjadi infeksi dibandingkan orang normal dikarenakan mereka mempunyai sistem imun rendah.

Menurut literatur terdapat beberapa tanda oral pada pasien DS yaitu lidah protrusi dan cenderung membesar (makroglosia) diikuti dengan *drooling*, *geographic tongue*, *scalloped tongue*, hipotonia otot termasuk otot mulut, palatum sempit, *mouth open posture*, gigi konus sering ada missing, kelainan struktur email gigi seperti hypoplasia dan hipokalsifikasi, erupsi gigi terlambat dan eksfoliasi gigi, tingkat kebersihan mulut umumnya buruk sehubungan dengan hypotonia otot, maloklusi dan indeks karies tinggi bagi individu tidak memiliki diastema.^{48,49}

2.1.1.3 Faktor Penyebab Sindrom Down

Meskipun telah banyak dilakukan penelitian mengenai penyebab Sindrom Down (DS) namun belum jelas penyebab pasti dari sindrom tersebut.

Diduga penyebab DS adalah multifaktorial dan beberapa faktor resiko mungkin terjadi. Beberapa hal diduga dapat menyebabkan terjadinya DS adalah kelainan genetik trisomi 21, usia ibu mengandung diatas umur lebih dari 30 tahun, radiasi, umur ayah, infeksi virus dan autoimun terutama pada tiroid.^{48,49}

2.1.2 Tinjauan umum Mandibula

Mandibula terdiri dari sebuah korpus (symphysis dan angulus mandibula) dan dua bagian perpendikular (sepasang ramus), sedangkan pada ujung ramus terdapat prosesus kondilus dan prosesus koronoid. Prosesus kondilus berartikulasi dengan fossa glenoidalis dan artikular turbekel pada tulang temporal membentuk sendi temporomandibular.⁵⁰

Temporomandibular joint (TMJ) merupakan sendi dilumasi oleh cairan sinovial antara kondilus mandibula dan fossa glenoidalis dari tulang temporal.^{51,52} Sendi temporomandibular dibagi menjadi kompartemen atas dan bawah oleh jaringan fibrokartilago dari diskus artikularis. Kompartemen atas sendi memungkinkan sendi untuk melakukan gerakan protrusi, retraksi dan lateral sedangkan kompartemen bawah sendi memungkinkan untuk gerakan engsel menghasilkan pergerakan dalam dimensi vertikal.⁵²

2.1.2.1 Anatomi sendi Temporomandibular

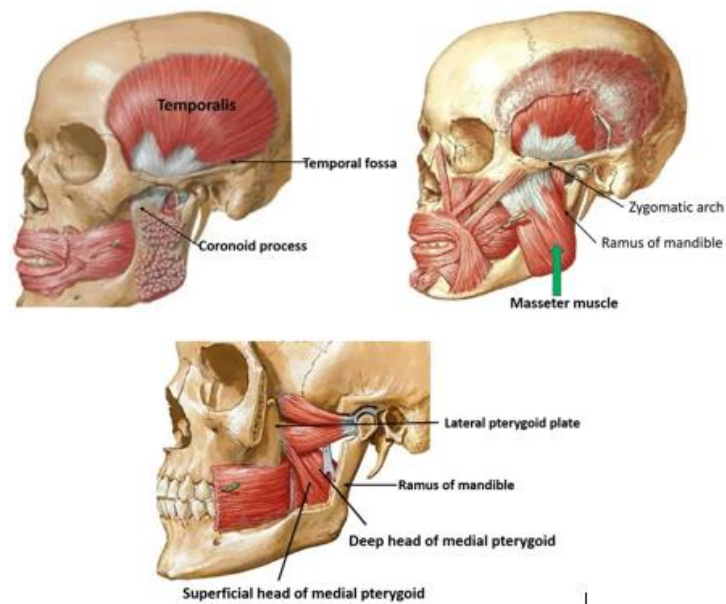
Susunan anatomi normal dari sendi temporomandibula ini dibentuk oleh:^{50,53}

1. Prosesus kondilus adalah struktur tulang berbentuk ellips melekat pada ramus mandibula yang ditutupi oleh lapisan tipis fibrocartilage. Bagian anterior melekat m. pterygoideus lateralis caput inferior.
2. Diskus artikularis adalah lembar cekung ganda dari jaringan ikat fibrosa avaskular membagi ke dalam ruang sendi superior dan inferior. Tepi anterior menyatu dengan serabut otot pterygoid lateral. Bagian posterior, melekat pada jaringan ikat longgar (zona bilaminar) mengandung saraf dan dilapisi dengan membran sinovial. Discus artikuaris melekat erat pada bagian lateral dan medial prosesus kondilus.
3. Fossa glenoidalis adalah ruang berongga pada permukaan inferior tulang temporal squamosa yang dibatasi oleh ridge tulang, eminensia artikular, membentuk tepi anterior dari sendi. Fosa ini terbungkus dalam lapisan tipis fibrocartilage (fibrous avaskuler).
4. Kapsula merupakan struktur ligamen tipis memanjang dari bagian temporal fossa glenoidalis dibagian atas, bergabung dengan tepi *meniscus* dan mencapai bawah leher prosesus kondilus untuk mengelilingi seluruh sendi. Kapsula ini dibagian lateral diperkuat oleh ligamen temporomandibularis, berfungsi membatasi pergerakan processus kondilus ke anterior dan posterior.
5. Ligamen, pada sendi temporomandibular tersusun atas kolagen dan berfungsi menahan pergerakan antara kepala kondilus dan diskus, terdiri dari ligamen kapsular yang melekat pada bagian superior dari tulang temporal sepanjang tepi fossa glenoidalis, eminensia artikularis dan

inferior kondilus yang berfungsi melindungi ruang sendi dan diskus, serta berfungsi untuk menahan daya tekan dari arah medial, lateral, dan inferior. Ligamen kolateral menghubungkan diskus pada titik lateral dan medial kondilus, berfungsi untuk membatasi pergerakan terlalu jauh dari diskus terhadap kondilus. Ligamen temporomandibular terletak pada bagian lateral dari sendi temporomandibular berfungsi untuk membatasi pergerakan posterior kondilus dan membatasi distraksi inferior biasa terjadi pada saat pergerakan translasi dan rotasi.⁵⁴

6. Suplai pembuluh darah dan saraf ke TMJ didapat dari n. auriculotemporalis dan n.masseter cabang dari n. mandibularis. Jaringan pembuluh darah untuk sendi berasal dari a. temporalis superficialis cabang dari a. carotis externa.
7. Otot-otot pengunyahan terdiri dari
 - 1) Otot Masseter: terdiri dari dua bagian yaitu pars superficial yang melekat arkus zigomatikus serta permukaan luar dari ujung mandibula (pars angularis mandibula), dan pars profunda yang melekat pada bagian posterior dari arkus zigomatikus dan pada permukaan lateral dari prosessus koronoid mandibula.¹⁰
 - 2) Otot Pterigoideus Medialis: massa jaringan otot yang terletak pada sisi medial dari ramus mandibula.
 - 3) Otot Pterigoideus Lateralis: terletak dalam ramus mandibula, persis dibawah dasar tengkorak, posterior terhadap maksila dan anterior terhadap batas posterior dari mandibula.

- 4) Otot Temporalis: Otot ini memiliki *origo* pada fossa temporal dan fascia temporal serta *insertio* pada prosesus koronoideus dan ramus mandibula. Menurut jalan serabut otot ini ada dua macam yaitu bagian belakang berfungsi menarik mandibula kebelakang dan bagian depan berfungsi menarik mandibula keatas.



Gambar 2.2 Gambar Otot-Otot Pengunyahan⁵⁵

2.1.2.2 Tumbuh Kembang Mandibula dan TMJ

Mandibula awalnya berkembang secara intramembranus, namun pertumbuhan selanjutnya berhubungan dengan kartilago sekunder.⁵⁶ Mandibula terbentuk dari *kartilago pharyngeal arch I* (mandibular arch) yaitu kartilago Meckel's. Perkembangan mandibula dimulai dengan kondensasi sel mesenkim pada bagian lateral kartilago Meckel's dan terosifikasi secara intramembranus. Kartilago Meckel's akan hancur dan hilang, berkembang menjadi tulang

mandibula. Sisa tulang kartilago akan berubah menjadi tulang kecil ditengah telinga (*maleus* dan *incus*) dan perikondrium berubah menjadi ligamen sphenomandibular.⁵⁷⁻⁵⁹

Kartilago kondilus berasal dari kartilago sekunder yang terpisah dari body mandibula dan akan menyatu pada tahap awal fetus yang akan berkembang menjadi ramus mandibula.⁵⁹ Terdapat tiga tahap perkembangan TMJ, yaitu tahap blastemik (minggu ke 7-8: perkembangan kondilus, fossa glenoidalis, diskus artikularis dan kapsul sendi), tahap kavitasi (minggu 9-11: permulaan perkembangan ruang sendi bawah dan kondrogenesis kondilus), tahap maturasi (setelah minggu ke 12).^{60,61}

Mandibula pada saat lahir terdiri dari dua bagian yang akan menyatu dibagian tengah oleh jaringan fibrous disebut simfisis menti. Simfisis menti mulai terosifikasi pada tahun pertama dan menyatu menjadi *single bone* pada tahun kedua. Daggu (*mental protuberance*) mulai berkembang di tahun kedua dan mencapai perkembangan penuh setelah pubertas. Prosesus kondilus akan memanjang, sudut gonial serta prosesus koronoid berkembang, merupakan respon dari peningkatan fungsi otot. Angulus mandibula akan semakin mengecil seiring bertambahnya umur sampai dengan dewasa.^{56,58,62}

Pertumbuhan vertikal mandibula terjadi secara primer oleh pembentukan tulang alveolar dan deposisi disepanjang tepi bawah mandibula. Pertumbuhan antero-posterior mandibula dicapai oleh deposisi tulang pada permukaan posterior ramus dengan resorpsi pada permukaan anterior, disertai

dengan deposisi tulang pada permukaan posterior prosesus koronoid dan resorpsi permukaan anterior kondilus.^{58,61}

Peningkatan tinggi ramus melalui pergantian endrokondral pada kondilus disertai remodelling pada permukaan tulang. Pertumbuhan mandibula digambarkan dengan perpindahan ke arah *downward and forward*, sebenarnya pertumbuhan terjadi pada kondilus mandibula dan sepanjang permukaan posterior ramus serta di waktu yang sama terjadi peningkatan ukuran pertumbuhan ke *upward and backward*.^{56,59,61}

2.1.2.3 Sendi Temporomandibula pada Sindrom Down

Penyebab paling potensial perubahan posisi dan pergerakan TMJ termasuk perpindahan diskus, perbedaan antara oklusi sentrik dan relasi sentrik pada sendi, perubahan morfologi kondilus dan eminensia karena adanya kelainan degeneratif dan terjadinya trauma pada rahang.²⁴ Faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap terjadinya gangguan pada TMJ diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu faktor predisposisi yang terdiri dari faktor sistemik, psikologi, dan struktural. Faktor dua yaitu faktor inisiasi yang dapat dikatakan sebagai faktor paling berpengaruh dalam terjadinya gangguan pada posisi dan pergerakan TMJ, yaitu trauma, beban berlebih pada pengunyahan dan juga aktivitas parafungsi. Faktor ketiga yaitu faktor perpetuasi, merupakan aktivitas yang terjadi secara berulang-ulang atau terus menerus.⁶³ Dukungan dari faktor-faktor di atas menimbulkan terjadinya perubahan posisi pada TMJ atau tidak sama sekali.

Over-ekspresi kromosom pada DS berdampak pada perubahan formasi kolagen sehingga dapat menyebabkan perkembangan tulang terganggu dan hipotonia otot.^{9,64,65} Karakteristik paling umum ditemukan pada individu dengan DS adalah adanya hipotonia otot umum dapat mempengaruhi otot dan ligamen serta mengganggu sistem stomatognatik (SS) secara negatif. Perubahan stomatognatik lainnya juga dapat diamati seperti gangguan adaptasi menelan dan gangguan bicara karena ketidaktepatan artikulasi. Individu dengan DS mengalami atresia rahang atas menghasilkan rongga mulut kecil, langit-langit oval dan ketidakseimbangan kekuatan antara otot mulut dan wajah, menyebabkan perubahan lengkung gigi, memicu kemungkinan gigitan terbuka selain adanya pernapasan melalui mulut dan retraksi mandibula.^{15,66} Perkembangan otot mastikasi tidak optimal pada pasien DS dapat mempengaruhi fungsi dan perkembangan rahang sehingga dapat menyebabkan perubahan posisi tempromandibula.^{25,67}

Pergerakan pada sendi temporomandibula didukung oleh aktivitas otot leher, punggung dan juga otot sekitar sendi.⁶⁸ Pergerakan pada sendi temporomandibula dibatasi oleh ligament dan permukaan artikularis pada sendi temporomandibula. Penurunan tonus otot mastikasi dan ligamen berkontribusi pada ketidakstabilan TMJ, sering dikaitkan dengan timbulnya rasa sakit dan hipermobilitas sendi temporomandibula.⁶⁹ Telah ditemukan bahwa terdapat hubungan antara posisi kondilus dan perpindahan diskus, serta hubungan antara posisi kondilus dan *tenderness* pada TMJ.⁷⁰

Hipotonia otot pengunyahan akan mengurangi kekuatan mekanik, menekan mandibula dan menghasilkan perubahan sudut gonion dan tinggi ramus. Otot masseter dan temporalis yang lemah akan mengurangi kompresi mekanis ke mandibula, sehingga mandibula akan ditarik ke bawah dengan mudah yang mungkin disebabkan oleh gravitasi atau mungkin oleh kekuatan otot suprahyoid ke arah bawah. Mulut kemungkinan akan terbuka, sementara gigi posterior akan terus erupsi. Dengan demikian, gigitan terbuka anterior akan terjadi berdampak sudut gonion akan lebih besar dari biasanya. Otot pengunyahan kuat akan memperkuat rotasi mandibula ke anterior, dengan demikian sudut gonion akan menyempit, begitu juga sebaliknya.^{15,18,19}

Perubahan pola makan akan menyebabkan perubahan dimensi maksila dan mandibula. Diet lunak dapat mengurangi ukuran otot pengunyahan menyebabkan stimulasi fungsional pada tulang berkurang sehingga rotasi mandibula ke belakang, menghasilkan gonion angle lebih besar dari normal. Perubahan dimensi akan secara langsung mempengaruhi maksila dan mandibula, karena *origin* dan *insersio* otot pengunyahan melekat sudut gonial dan ramus mandibula^{15,18,19}

Penelitian lain telah mengevaluasi hubungan transversal antara gangguan internal TMJ dan pertumbuhan kraniofasial. Gangguan internal sendi temporomandibular telah dikaitkan dengan penurunan tinggi ramus, penurunan panjang body mandibula, berkurangnya tinggi wajah total posterior tanpa disertai peningkatan tinggi wajah anterior, palatal dan *mandibula plane* lebih konvergen di daerah posterior, posisi molar rahang atas berkurang secara

vertikal, ukuran anterior dan posterior basis kranial dan *uprighting* dari gigi seri bawah relatif terhadap bidang mandibula.^{21,22}

Karakteristik TMD pada DS ditandai dengan perubahan fungsional dan struktural dari sistem stomatognatik, gejala paling sering adalah nyeri sendi temporomandibular (TMJ) dan/atau otot pengunyahan, dan kebiasaan parafungsional seperti bruxism merupakan kondisi umum pada subjek dengan DS.^{2,71} Perubahan postur tubuh juga sering terjadi dijelaskan pada individu dengan TMD, terutama terkait dengan kepala, tulang belakang leher, postur bahu.^{11,72}

2.1.3 Tinjauan Umum Kualitas Tulang

Kepadatan tulang atau kepadatan mineral tulang sering disebut *Bone Mineral Density* (BMD) adalah jumlah mineral pada jaringan tulang, secara konsep dapat diartikan sebagai perbandingan antara massa dengan mineral per volume tulang.^{73–75} Kualitas tulang tidak dapat didefinisikan dengan mutlak, namun dideskripsikan secara operasional sebagai penggabungan semua faktor menentukan kekuatan tulang dapat menahan fraktur, antara lain mikroarsitektur, kualitas kolagen, ukuran kristal mineral, tingkat *bone turnover* dan densitas tulang.^{36,74,76}

Parameter yang diperlukan dalam melakukan perawatan di bidang kedokteran gigi adalah melihat dan menentukan kualitas tulang, baik secara struktural maupun material. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tulang mandibula, yaitu:⁷⁷

1. Gangguan Homeostasis seperti rakhitis, osteomalacia, hiperparatiroid, hipogonadisme, hipertiroidisme, diabetes mellitus tipe I, serta *Cushing's disease*.
2. Gangguan serat kolagen tulang. Penyakit yang berhubungan dengan gangguan serat kolagen tulang adalah osteogenesis imperfecta, scurvy, sindrom Ehlers-Danlos, sindrom Marfan.
3. Gangguan Remodelling tulang. Penyakit yang berhubungan dengan gangguan pada remodelling tulang adalah renal osteodystrophy, *Paget's disease*, dan osteoporosis.
4. Penggunaan obat-obatan seperti glukokortikoid dapat meningkatkan resorpsi oleh osteoklas, kegagalan maturasi osteoblas, dan gangguan metabolisme kalsium. Obat-obatan untuk kemoterapi dan golongan bifosfonat juga dapat mengganggu metabolisme tulang.

Penilaian kualitas tulang dapat dilakukan melalui pengukuran mikro yaitu mengukur kepadatan, kerapatan tulang trabekula, maupun secara makro mengukur tulang kortikal. Jenis pengukuran geometri terhadap tulang rahang yang sering digunakan pada kortikal bodi mandibula, diantaranya adalah *Mandibular Cortical Indeks* (MCI), *Panoramic Mandibular Indeks* (PMI), *Mental Indeks* (MI), *Gonion Indeks* (GI) dan *Antegonion Indeks* (AI).^{78,79}

Penelitian mikrostruktur tulang pada radiograf panoramik ditentukan oleh posisi *Region of Interest* (ROI), metode *preprocessing* dan metode ekstraksi fitur.³⁴ ROI yang telah ditemukan berada pada bodi mandibula yaitu pada trabekula prosessus alveolaris, pola trabekula regio mental foramen, pola trabekula pada ROI

apikal insisif bawah dan pola trabekula pada apikal molar atas.^{29,34,35} Banyak kontroversi mengenai ROI pada bodi mandibula, dikarenakan terdapat beberapa kelemahan, terutama besarnya faktor lokal sehingga menyebabkan hasil tidak konsisten. Perubahan struktur trabekula pada bodi mandibula tidak merata tergantung pada beban oklusi, fungsi otot, infeksi kronis dan mekanis yang tercermin dalam struktur trabekula tidak homogen.^{29,34}

Penelitian ini menggunakan kondilus sebagai ROI dikarenakan kondilus merupakan bagian mandibula yang lebih rentan terhadap perubahan disebabkan kondilus mempunyai 98,4% kandungan trabekula dan tingkat metabolisme kondilus 5-8 kali lebih tinggi dari kortikal. Proses pembentukan tulang kondilus secara endochondral yang sama seperti vertebrae dan femur.^{29,35} Guijarro *et al.* menemukan nilai BMD di leher femoralis dan total pinggul pada kelompok dengan DS lebih rendah dibandingkan dengan kelompok tanpa DS.⁸⁰

2.1.3.1 Normal Bone Remodelling

Remodeling tulang adalah proses dinamis dan ditandai oleh penggabungan antara resorpsi dan formasi tulang. Proses ini diawali oleh aktivasi prekursor osteoklas menjadi osteoklas dewasa melalui proses proliferasi dan diferensiasi. Osteoklas menyebabkan resorpsi tulang sampai mencapai kedalaman resorpsi akhir. Osteoblas kemudian menginvasi daerah tersebut dan memulai pembentukan tulang.²⁷ Produk akhir dari urutan remodeling adalah unit struktural tulang ditandai dengan ketebalan struktural tertentu. Peristiwa dalam remodeling, yaitu aktivasi - resorpsi - formasi (urutan

ARF), proses ini paling mudah ditunjukkan pada tulang kortikal.. Frekuensi aktivasi menunjukkan seberapa sering area tertentu dari permukaan tulang mengalami resorpsi dan pembentukan selanjutnya. Tulang trabekular normal diaktifkan dengan interval 2-3 tahun, sedangkan frekuensi aktivasi di tulang kortikal lebih rendah.^{81,82} Selain faktor *paracrine* dan faktor lokal, frekuensi aktivasi diatur oleh berbagai hormon; PTH, 1,25 (OH) D, hormon pertumbuhan dan hormon tiroid meningkatkan frekuensi aktivasi, dan kalsitonin, kortikosteroid, dan estrogen mengurangi frekuensi aktivasi.^{62,83}

Faktor pertumbuhan seperti hormon pertumbuhan (GH) dan *insuline-like growth factor* (IGF-1) banyak tersimpan di matriks tulang. Bioaktivitas IGF-1 diregulasi oleh interaksi dengan protein pengikat IGF (IGFBP-1-6). IGF-1 menyebabkan diferensiasi sel *osteoprogenitor* dengan mengaktifkan jalur PI3K/Akt/mTOR. Berkurangnya reseptor IGF-1 pada osteoblas berdampak menurunkan tingkat pembentukan tulang dan volume trabekular tulang. Seiring dengan bertambahnya usia kadar IGF-1 dalam sirkulasi dan matriks tulang akan menurun dikarenakan berkurangnya sekresi hormon pertumbuhan.⁸⁴

2.1.3.2 Pengaruh Sindrom Down terhadap Kualitas Tulang

Banyak penelitian telah dilakukan untuk menentukan penyebab penurunan densitas tulang pada pasien Sindrom Down (DS). Penelitian menyorot kepada hormon pertumbuhan (GH) dan *insulin-like growth factor I* (IGF-I), dikarenakan retardasi pertumbuhan pada DS bertepatan dengan waktu

hormon-hormon tersebut sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan anak. Hormon pertumbuhan (GH) diproduksi di hipofisis anterior, dirangsang oleh pelepasan hormon pertumbuhan hormon (GHRH) dan dihambat oleh somatostatin. Hormon pertumbuhan mempengaruhi pertumbuhan tulang, dengan merangsang sintesis *insulin-like growth factor I* (IGF-I) yang diproduksi di beberapa organ, tetapi terutama diproduksi di hati.⁸⁵

Anak-anak dengan DS menunjukkan produksi GH suboptimal dan defisiensi selektif IGF-I berdampak pada perubahan matriks dan massa tulang,^{86,87} tetapi belum ada bukti jelas tentang defisiensi GH secara umum pada DS.⁸⁸ Pengamatan pada hipotalamus pasien DS dilihat secara hiposeluler menunjukkan berkurangnya sekresi GH dapat disebabkan oleh perubahan normal saraf dari somatotrof dalam hipotalamus.⁸⁹

Penurunan densitas tulang pada DS telah dipastikan dengan meneliti penanda *bone turnover* pada sindrom Down. McKelvey *et al*¹³ menyatakan rerata P1NP yang merupakan penanda pembentukan tulang dalam kelompok DS secara signifikan lebih rendah dari normal kelompok ($p\text{-value}=0,002$). Sebaliknya, kadar CTx serum yang merupakan penanda resorpsi tulang tidak signifikan berbeda antara kelompok DS dan kelompok normal ($p\text{-value}=0,369$). Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa baik pembentukan tulang dan resorpsi tulang pada kelompok DS adalah lebih rendah dibandingkan dengan kelompok normal, dengan pembentukan tulang menurun secara signifikan, mengindikasikan keadaan *bone turnover* rendah pada pasien DS.

Bone Mineral Density pada kelompok DS telah terbukti lebih rendah dari normal^{80,90} terutama pada laki-laki, di mana massa kerangka normal lebih besar dari perempuan.⁹¹ Faktor-faktor diketahui terkait dengan BMD rendah dan DS antara lain ukuran tubuh kecil, gaya hidup sedentari, gizi buruk, hipotonia, aktivitas fisik kurang serta disfungsi tiroid dan gonad.^{80,90,92} Disfungsi gonad mungkin menjelaskan perbedaan BMD antara jenis kelamin, dikarenakan disfungsi gonad lebih umum pada pria daripada pada subjek wanita dengan DS. Perawakan pendek dapat menyebabkan terlalu rendahnya BMD, sedangkan obesitas cenderung menyebabkan sebaliknya,⁹³ tetapi pengaruh komposisi tubuh terhadap BMD belum jelas.⁸⁰

Selain itu ditemukan adanya hubungan antara osteoporosis dan daerah distal kromosom 21.⁹⁴ Genetik khusus implikasi DS berdampak pada perubahan formasi kolagen sehingga dapat menyebabkan perkembangan tulang terganggu dan hipotonia otot yang mungkin atau mungkin tidak diamati di individu dengan keterbelakangan mental lain.^{9,64,65} Penelitian mikrostruktur tulang trabekula pada tikus model DS menunjukkan bahwa tulang presphenoid pada tikus aneuploid (kromosom trisomi) lebih kecil daripada tulang *littermate* euploid dan memiliki fraksi volume tulang lebih sedikit serta banyak trabekula berbentuk *rod-like*. Perbedaan dalam struktur tulang kanvas menunjukkan perkembangan tulang termasuk *bone modelling* dan *bone remodelling* dipengaruhi oleh aneuploidi. Perbedaan ini dapat berkontribusi pada *dysmorphology* tengkorak dan fenotip kerangka *postcranial* pada DS.⁶⁵

Hipotonia otot sebagai karakteristik pasien dengan DS diduga sebagai penyebab penurunan densitas tulang pada DS⁹² dan berkorelasi positif dengan kemungkinan terjadi dan derajat osteoporosis.⁹⁵ Oleh karena itu, penting untuk mengetahui penurunan BMD pada DS. Hubungan antara kekuatan otot dan BMD kemungkinan besar dikarenakan kontraksi otot berdampak pada titik-titik anatomis tulang terkait dengan otot yang melakukan kontraksi.^{96,97} Menurut konsep "*functional muscle-bone unit*" massa tulang dan geometri tulang dipengaruhi oleh pertumbuhan dan perkembangan otot pada anak-anak dan remaja.^{5,12}

Hipotonia otot mastikasi menyebabkan tekanan mekanik tidak tersebar pada tulang rahang, sehingga tekanan mekanik diterima tulang menurun. Tekanan mekanik otot bila diterapkan pada jaringan tulang akan membentuk tanda-tanda endogen mempengaruhi proses *bone remodelling*. Tanda tersebut ditangkap oleh sistem *mechanosensoric* di mana osteosit adalah sel utama bertanggung jawab untuk menerjemahkan kekuatan mekanik menjadi tanda biokimia mengatur pergantian tulang. Tekanan mekanik dipercayai menyebabkan deformasi sel akibat oleh gaya langsung terhadap sel, peningkatan tekanan intrakanalikuler disebabkan oleh gaya dinamis dan peningkatan kecepatan aliran cairan interstisial adalah faktor yang secara langsung mempengaruhi osteosit, semakin tinggi rangsangan ke osteosit sebagai respons terhadap beban mekanik. Aliran cairan interstisial melalui kanalikulum di sekitar osteosit bertanggung jawab atas deformasi matriks ekstraseluler dan perubahan membran seluler. Tekanan mekanik juga

meningkatkan peningkatan koneksi percabangan canaliculus dari osteosit serta meningkat viabilitas matriks tulang.^{96,98} Maka dapat disimpulkan dapat disimpulkan tekanan mekanik yang rendah pada tulang dapat menghambat aktivasi remodelling tulang berdampak rendahnya pertumbuhan dan densitas pada tulang. Hal ini sesuai dengan Hukum *Wolff* menyatakan setiap perubahan dalam bentuk dan fungsi tulang diikuti oleh perubahan pada arsitektur internal dan eksternal tulang.⁹⁷

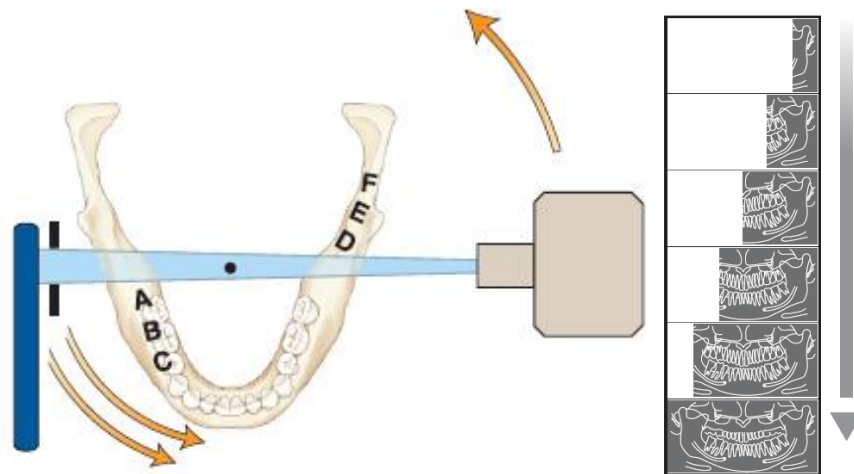
2.1.4 Radiograf Panoramik

Pencitraan panoramik (juga disebut pantomografi) adalah teknik untuk menghasilkan gambar tunggal dari struktur wajah termasuk lengkung gigi rahang atas dan rahang bawah dan struktur pendukungnya.⁹⁹ Sejak diperkenalkan ke dalam praktik umum kedokteran gigi, radiografi panoramik telah menjadi alat diagnostik populer dan berharga. Radiografi panoramik telah digunakan untuk skrining rutin pasien di berbagai institusi dan klinik swasta karena memungkinkan pemeriksaan seluruh gigi, alveolar tulang, sendi temporomandibular, dan struktur berdekatan dengan mudah.^{100,101}

2.1.4.1 Prinsip Radiografi Panoramik

Radiografi panoramik memiliki sumber sinar-x dan reseptor gambar berputar di sekitar kepala pasien dan membuat kurva *focal through*, zona di mana objek dapat ditampilkan dengan jelas. Objek di depan atau di belakang kurva *focal through* ini akan tampak kabur dan sebagian besar tidak terlihat. Mesin panoramik dengan demikian menciptakan kurva *focal through* melalui

gigi-geligi dan struktur berdekatan.^{102,103} Hasil akhir gambar didapatkan dengan perbagian, masing-masing dibuat secara terpisah, karena peralatan mengorbit di sekitar kepala pasien.^{99,104}



Gambar2.3 Proses dan Hasil Radiograf Panoramik ^{99,102}
 Dalam pencitraan panoramik, reseptor dan tabung x-ray bergerak di sekitar kepala pasien dengan arah yang berlawanan sehingga menghasilkan pencitraan pasien secara bertahap.

Gambar panoramik paling berguna secara klinis untuk masalah diagnostik membutuhkan cakupan luas dari rahang, termasuk evaluasi trauma terutama fraktur rahang, lokasi molar ketiga, penyakit gigi atau osseus luas, evaluasi lesi rahang, perkembangan gigi, dan erupsi (khususnya pada gigi campuran), retensi gigi atau ujung akar (dalam pasien edentulous), nyeri sendi temporomandibular (TMJ), dan anomali perkembangan. Pencitraan panoramik sering digunakan sebagai gambar evaluasi awal dapat memberikan wawasan diperlukan atau membantu dalam menentukan kebutuhan untuk proyeksi lainnya. Pencitraan panoramik juga berguna untuk pasien tidak mentoleransi

prosedur radiografi intraoral dengan baik, seperti akibat refleks muntah tinggi atau pasien anak yang tidak kooperatif.



Gambar 2.4 Radiograf Panoramik.¹⁰²

2.1.4.2 Teknik dan Penempatan Posisi

Pada teknik radiografi panoramik, posisi pasien sangat penting untuk memastikan hasil akhir dapat diterima, gambar harus berfokus pada gigi dan struktur tulang alveolar disekitarnya.¹⁰⁵ Untuk mendapatkan radiograf panoramik baik diperlukan posisi pasien cermat dan teknik tepat. Prosedur teknis sesuai mengharuskan pasien dengan posisi tegak dengan leher memanjang, bahu turun, punggung lurus, dan kaki bersama. Bidang *Frankfort* sejajar dengan lantai dan bidang median sagital harus tegak lurus lantai dengan dukungan dagu dan lidah di palatum.¹⁰¹

Teknik penentuan posisi pasien yang tepat pada radiografi panoramik bervariasi dari satu mesin ke mesin lain. Namun ada beberapa persyaratan

umum yang harus dipenuhi untuk semua mesin dan ini dapat diringkas sebagai berikut.⁹⁹

1. Persiapan Pasien

Pasien diinstruksikan untuk melepas anting-anting, perhiasan, jepit rambut, kacamata, gigi palsu, peralatan ortodontik atau benda-benda berbahan logam lainnya dapat mengganggu hasil pencitraan. Berikutnya pasien diminta memakai apron berbahan timbal serta dijelaskan tujuannya. Prosedur dan pergerakan alat juga harus dijelaskan.

2. Persiapan Alat

Hal-hal harus dipersiapkan adalah kaset berisikan film atau lempengan fosfor harus ditempatkan pada penguat kaset. Operator harus mengenakan sarung tangan pelindung sesuai. Kesejajaran harus ditentukan sesuai dengan ukuran bidang serta besarnya paparan tepat harus sesuai dengan keadaan pasien, biasanya pada kisaran 70-100kV dan 4-12mA.

3. Penempatan posisi pasien

Pasien harus diposisikan sehingga tulang belakang pasien lurus dan pasien diinstruksikan memegang pegangan penstabil terdapat pada alat radiografi panoramik. Posisi gigitan rahang pasien pada pengambilan radiograf panoramik ada dua, yaitu dalam keadaan oklusi sentrik dan *edge to edge*. Posisi oklusi sentrik merupakan posisi dimana pasien sedang dalam keadaan istirahat dan tanpa menggigit *bite block*, sedangkan pada posisi *edge to edge* pasien menggigit *bite block* berfungsi untuk mengganjal gigi agar insisivus sentral atas dan bawah tidak *superimpose*. Selain itu posisi kepala dan dagu pasien

harus berada tepat pada alat penyangga kepala dan *chin rest*, untuk menjaga kestabilan saat pengambilan gambar.



Gambar 2.5 Penyangga Kepala Mesin Panoramik ¹⁰⁶

Penanda sinar harus digunakan sehingga bidang *mid-sagital* menjadi vertikal, bidang *Frankfort* horizontal dan sinar penanda taring terletak antara gigi seri lateral atas dan gigi taring. Pasien harus diinstruksikan untuk menutup bibir dan menempatkan ujung lidah pada palatum sehingga bersentuhan dengan palatum keras dan tidak bergerak sepanjang siklus paparan (sekitar 15-18 detik).

Penelitian kali ini menggunakan teknik *Indirect digital radiography* pada mesin radiografi panoramik peneliti gunakan. Teknik ini menggunakan *storage phosphor* sebagai reseptor. Lempengan phosphor akan menyimpan energi foton dari sinar X kemudian akan dibaca menggunakan *scanner*. *Processing* pada radiografi digital dapat mengoptimalkan gambar dengan mengatur kontras dan tingkat kecerahan gambar. Gambar digital juga dapat diperbesar sehingga memudahkan melihat detail tergantung pada tingkat resolusi gambar.^{107,108}

2.1.4.3 Indikasi Radiograf Panoramik

Radiografi panoramik merupakan salah satu pemeriksaan penunjang radiografi ekstra oral yang dapat digunakan sebagai alat bantu diagnosis gangguan pada sendi temporomandibula, dan untuk melengkapi teknik bitewing maupun periapikal.^{32,104,109}

Di Inggris, Buklet panduan *Selection Criteria in Dental Radiography* 2013 menyarankan dental radiografi panoramik pada praktik umum digunakan dalam keadaan berikut ini:⁹⁹

1. Penilaian lesi tulang atau gigi tidak erupsi yang ukuran atau posisi sulit dinilai secara pasti menggunakan radiografi intraoral.
2. Sebagai bagian dari penilaian tulang periodontal
3. Untuk penilaian gigi molar ketiga sebelum direncanakan intervensi bedah.
4. Penilaian ortodontik untuk mengetahui keadaan pertumbuhan gigi dan ada / tidaknya gigi.

Selain itu, di rumah sakit gigi dan mulut, radiografi panoramik juga digunakan untuk menilai:

1. Fraktur semua bagian mandibula kecuali regio anterior
2. Penyakit antral, terutama dasar, posterior dan dinding medial dari antral
3. Penyakit yang mempengaruhi permukaan artikular TMJ
4. Tinggi dan posisi vertikal tulang alveolar sebagai bagian dari perencanaan pra-implan.

2.1.4.4 Kelebihan dan Kekurangan Radiograf Panoramik

Seperti semua teknik radiografi, pencitraan panoramik memiliki baik kelebihan dan kekurangan. Beberapa kelebihan radiograf panoramik adalah ¹⁰⁶

1. Gambar panoramik mencakup seluruh rahang atas dan rahang bawah. Lebih banyak struktur anatomi dapat dilihat pada sebuah gambar panoramik daripada dengan *complete mouth series* (CMS).
2. Paparan reseptor panoramik relatif sederhana dan membutuhkan waktu sedikit untuk melatih radiografer.
3. Eksposur gambar panoramik lebih dapat diterima pasien karena tidak ada ketidaknyamanan terlibat..
4. Gambar panoramik hanya melibatkan paparan radiasi minimal pada pasien.

Selain ada kelebihan, radiograf panoramik juga memiliki beberapa kekurangan yaitu. ¹⁰⁶

1. Gambar terlihat pada gambar panoramik tidak setajam gambar dihasilkan dengan proyeksi intraoral..
2. Limitasi kurva *focal through* yaitu objek berada di luar kurva *focal through* tidak dapat dilihat secara jelas.
3. Sejumlah magnifikasi, distorsi, dan *superimposed* hadir pada radiograf panoramik, bahkan ketika telah menggunakan teknik tepat.

2.1.4.5 Kegunaan Radiograf Panoramik untuk TMJ dan Kualitas Tulang

Sejak awal 1980-an radiografi panoramik telah digunakan sebagai salah satu metode untuk menilai dimensi mandibula. Radiografi panoramik telah terbukti merupakan teknik sederhana dan teknik lini pertama berguna untuk perincian morfologis kelainan kondilus seperti erosi, sklerosis, pembentukan dan resorpsi osteofit.^{32,109} Selain itu radiograf panoramik dapat digunakan untuk melihat kesimetrisan posisi kepala kondilus, hiperplasia atau hipoplasia, trauma dan tumor pada kepala kondilus.³³

Kondilus memiliki kemampuan khusus untuk arah pertumbuhan dan adaptif remodelling berdasarkan reaksi selektif terhadap berbagai rotasi dan pergerakan perpindahan mandibula. Tulang rawan kondilus adalah area pertumbuhan utama mandibula. Perubahan panjang ramus mandibula dan sudut gonial mandibula merupakan pertumbuhan mandibula atau proses patologis pada sendi temporomandibular (TMJ). Penggunaan radiografi panoramik gigi dalam pengukuran tinggi ramus dan sudut gonial mandibula telah dievaluasi dan dianggap sebagai metode dapat diandalkan^{20,32}

Berbagai metode telah digunakan dalam sistem kerangka perifer untuk memperkirakan kepadatan tulang dalam diagnosis osteoporosis, dan termasuk *Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA)*, *Quantitative Computed Tomography (QCT)*, *Quantitative Ultrasound (QUS)* dan *Magnetic Resonance Tomography*. Tak satu pun dari teknik ini telah dilaporkan diterapkan pada penilaian kepadatan di kondilus mandibula.³⁶ Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa individu dengan perubahan osteoporosis menunjukkan

perubahan morfologi mandibula. Selain itu, terdapat bukti bahwa temuan radiografi intraoral dan panoramik dapat menjadi indikator osteopenia dan osteoporosis. BMD mandibula berkorelasi dengan BMD tulang belakang lumbar dan leher femur, pada kasus osteopenia dan osteoporosis.³¹

Radiografi panoramik memiliki kelebihan dapat digunakan sebagai pemeriksaan gigi awal, cepat, murah dan menggunakan radiasi sinar x dosis rendah. Radiograf panoramik berguna untuk mendiagnosis kualitas tulang sistemik dan alveolar dengan menilai bentuk, lebar korteks mandibula inferior dan mendeteksi penurunan densitas tulang dirahang misalnya adanya adanya radiolusen pada mandibula dan lapisan korteks berkurang.^{36,110} Pengukuran ini telah digunakan sebagai indeks untuk memprediksi osteopenia dan osteoporosis karena nilai-nilai tersebut berkorelasi dengan nilai-nilai kepadatan mineral tulang (BMD) diukur dengan DXA dan *Computed Tomography* (CT).^{36,111}

Penilaian densitas dapat dinilai secara kuantitatif pada radiograf panoramik dengan menggunakan software *image-J*. *Software* ini merupakan program analisis citra open source digunakan untuk pengolahan gambar digital berbasis Java dibuat oleh Wayne Rasband dari Research Service Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA. Image-J dapat digunakan untuk sistem operasi komputer Windows, Linux, maupun Machintosh dengan catatan komputer tersebut memiliki *Java runtime environtment*.

Software ini menyediakan aplikasi plugin untuk menambahkan fungsionalitas khusus dan bebas diunduh dari web. *Software* ini mampu

mengedit, memproses, menyimpan dan mencetak gambar. Selain itu, software ini mampu menghitung luas, nilai pixel, mengukur jarak, besaran sudut, membuat histogram kepadatan dan plot *profile line*. Kemampuan tersebut mendukung standart fungsi pengolahan gambar seperti manipulasi kontras, ketajaman, penghalusan dan lain-lain^{31,112}.

2.2 Kerangka Pemikiran

Down syndrome (DS), penyebab genetik paling umum untuk kecacatan intelektual ditandai oleh adanya satu ekstra salinan kromosom 21 (Hsa21). Hipotesis diterima secara umum untuk mengkorelasikan ekstra Hsa21 dengan patofisiologi DS adalah ekspresi berlebih dari gen pada Hsa21. Perubahan ekspresi kromosom 21 berkontribusi terhadap berbagai variasi fenotipe pada pasien DS, seperti kelainan muskuloskeletal dan terhambatnya tumbuh kembang.⁹

Penelitian sebelumnya menyatakan kelainan muskuloskeletal dan terhambatnya tumbuh kembang pada pasien DS terkait dengan hormon pertumbuhan (GH) dan *insulin-like growth factor I* (IGF-I). Suboptimal produksi GH dan defisiensi selektif IGF-I telah ditunjukkan pada anak-anak dengan DS berdampak pada perubahan matriks dan massa tulang.^{87-89,113-116} Over-ekspresi kromosom 21 berdampak pada perubahan formasi kolagen sehingga dapat menyebabkan perkembangan tulang terganggu dan hipotonia otot pada DS.^{9,117-119}

Hipotonia otot sebagai karakteristik pasien dengan DS jelas terlihat pada ekspresi wajah dan disfungsi oral. Disfungsi oral sering terlihat pada hal ini pasien

mulut terbuka, *protuding tongue*, kesulitan dalam mengunyah, menelan, dan berbicara, *drooling* dan pernapasan mulut sering diamati pada pasien ini. Perkembangan otot mastikasi tidak optimal pada pasien DS mempengaruhi fungsi dan perkembangan rahang sehingga dapat menyebabkan perubahan posisi tempromandibula.^{25,67,120–122}

Pergerakan pada sendi temporomandibula didukung oleh aktivitas otot-otot leher, punggung dan juga otot-otot sekitar sendi.⁶⁸ Beberapa otot berperan terhadap pergerakan sendi temporomandibula adalah musculus maseter, musculus pterygoid medial dan lateral, musculus temporalis, musculus mylohyoid, musculus geniohyoid dan musculus digastrik.⁶³ Pergerakan pada sendi temporomandibula dibatasi oleh ligament dan permukaan artikularis pada sendi temporomandibula. Penurunan tonus otot mastikasi dan ligamen berkontribusi pada ketidakstabilan TMJ, sering dikaitkan dengan timbulnya rasa sakit dan hipermobilitas sendi temporomandibula.¹⁷

Beberapa penelitian lain menyatakan bahwa terdapat keterkaitan antara hipermobilitas sendi dengan gejala TMD, seperti perubahan posisi kepala kondilus dan subluksasi sendi.^{69,121,123} Kelemahan ligamen dan otot serta kelebihan beban pada sendi, menghasilkan perubahan degeneratif dapat bermanifestasi menjadi gangguan internal dan peradangan sendi pada TMJ. Gangguan internal (perpindahan diskus) sendi temporomandibular dapat dianggap sebagai gejala dari hipermobilitas sendi.⁶⁹ Hipotonia otot mastikasi menyebabkan gaya tekanan mekanik tidak tersebar pada tulang rahang, sehingga tekanan mekanik diterima tulang menurun. Gaya mekanik akan ditangkap oleh osteosit berperan sebagai

mekanik sensorik. Osteosit berperan menerjemahkan gaya mekanik menjadi tanda biokimia mengaktivasi proliferasi osteoblast pada proses remodelling tulang. Dapat disimpulkan tekanan mekanik kurang dapat menghambat aktivasi remodelling tulang sehingga berdampak rendahnya pertumbuhan dan densitas pada tulang.^{15,96,98} Beberapa penelitian membuktikan hypotonia otot mastikasi dan ligamen dapat mengakibatkan defisiensi ramus mandibula (pertumbuhan wajah dalam arah vertikal) dan perubahan sudut gonion (pertumbuhan dalam arah anteroposterior).^{15,18,19}

Penegakkan diagnosis pada kasus ini sangat dibutuhkan untuk memastikan apakah terjadi defisiensi tinggi ramus, perubahan sudut gonion, perubahan posisi dan densitas kepala kondilus pada pasien DS. Salah satu pemeriksaan dapat membantu adalah radiografi panoramik. Radiograf panoramik dapat menunjukkan posisi ramus mandibula serta kepala kondilus sisi kanan dan kiri dalam satu gambar, sehingga memudahkan untuk membandingkan kesimetrisan pada kedua sisi.⁶⁸ Radiograf panoramik juga dapat memperlihatkan bentuk dari kepala kondilus, sehingga dapat diketahui apakah kepala kondilus hanya mengalami perubahan posisi atau juga mengalami perubahan bentuk.^{32,83} Beberapa penelitian sudah membuktikan bahwa radiograf panoramik juga dapat dipergunakan sebagai sarana pemeriksaan awal densitas tulang, penilaian kualitas tulang ini dapat dilakukan secara makrostruktur dan mikrostruktur.^{31,124,125} Analisa mikrostruktur tulang dengan menilai partikel tulang.^{31,34}

Berdasarkan uraian diatas dapat disusun premis-premis sebagai berikut:

Premis 1

Pasien DS memiliki kadar produksi GH suboptimal dan defisiensi selektif IGF-I sehingga dapat mengurangi kepadatan dan perkembangan tulang rahang.^{87-89,113-116}

Premis 2

Over-ekspresi kromosom 21 pada pasien DS mempengaruhi elastisitas otot dan ligamen pada pasien DS.^{9,64,65,117-119}

Premis 3

Hypotonia otot dapat menghambat aktivasi remodelling tulang berdampak pada rendahnya densitas tulang rahang.^{15,96}

Premis 4

Perkembangan otot mastikasi tidak optimal pada pasien DS mempengaruhi fungsi dan perkembangan rahang dalam arah anteriorposterior dan vertikal sehingga berdampak pada perubahan posisi tempromandibula.^{15,18,19,23,25,26,67,120-122}

Premis 5

Hypermobilitas sendi menyebabkan perubahan posisi kepala kondilus dan subluksasi sendi.^{69,121,123}

Premis 6

Radiograf Panoramik dapat digunakan untuk menilai posisi kepala kondilus dan kualitas tulang.^{31,32,34,68,83,124,125}

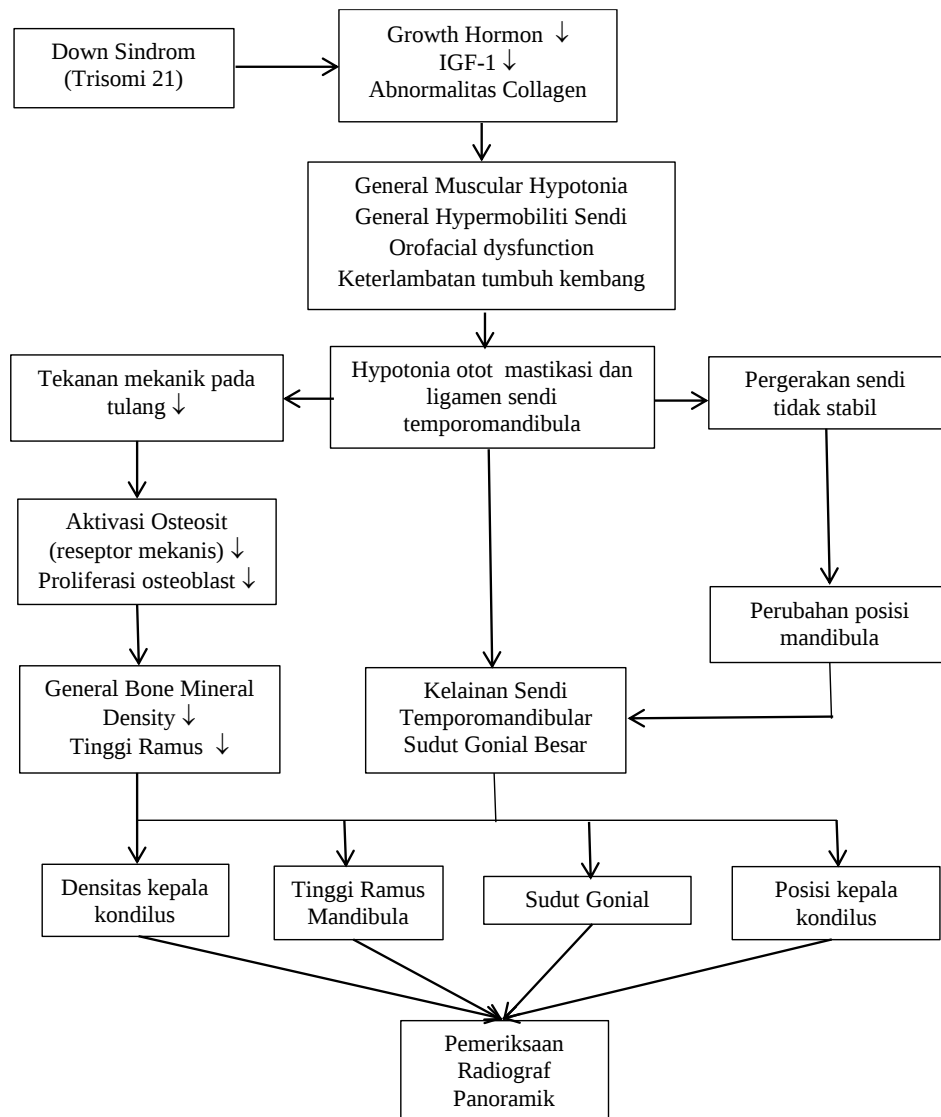
Premis 7

Perubahan panjang ramus mandibula dan sudut gonial merupakan salah satu indikator pertumbuhan mandibula atau proses patologis pada sendi temporomandibular (TMJ).²⁰⁻²³

2.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan uraian di atas maka hipotesis penelitian adalah:

1. Terdapat perbedaan posisi kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
2. Terdapat perbedaan nilai densitas kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal
3. Terdapat perbedaan sudut gonial mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal
4. Terdapat perbedaan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal



Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran

BAB III

SUBJEK, BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian dilakukan adalah penelitian analitik komparatif mengenai analisis posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal.

3.2 Populasi

Populasi penelitian adalah seluruh radiograf panoramik pasien Sindrom Down dan normal di Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Padjajaran pada Maret 2016- April 2017 memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

3.2.1 Kriteria Inklusi:

1. Radiograf panoramik individu berusia 7-16 tahun
2. Radiograf Panoramik mempunyai gambaran kondilus, angulus, ramus jelas
3. Radiograf panoramik dengan densitas, kontras dan detail baik

3.2.2 Kriteria Eksklusi:

1. Radiograf panoramik pasien dengan fraktur TMJ
2. Radiograf panoramik pasien dengan riwayat bedah TMJ

3.3 Sample

Sampel penelitian dibagi menjadi dua yaitu pasien Sindrom Down sebagai kelompok uji dan pasien normal sebagai kelompok normal. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Ukuran sampel ditentukan berdasarkan tujuan penelitian yaitu melihat perbedaan pengaruh antara satu kelompok sampel dengan kelompok lainnya, untuk itu digunakan rumus ukuran sampel untuk uji perbandingan dengan skala data numerik sampel sebagai berikut:

$$n = 2 \left[\frac{(Z\alpha + Z\beta)S}{X1 - X2} \right]^2$$

$$n = 2 \left[\frac{(1.96 + 0.84)0.97}{3.5 - 2.5} \right]^2$$

$$n = 14.75 \approx 15 \text{ sampel}$$

Keterangan :

n = ukuran sampel

$Z\alpha$ = kesalahan tipe I 5% (1,96)

$Z\beta$ = kesalahan tipe II 20% (0,84)

$X1, X2$ = perkiraan rerata sampel I dan II

S = simpangan baku (0,97)

Penelitian ini dipilih taraf kepercayaan 95% ($Z\alpha = 1.96$) diperoleh dari tabel distribusi normal, dan power test 80% ($Z\beta = 0.84$). Dengan menggunakan rumus diatas diperoleh $n = 15$. Setiap kelompok diperlukan 15 sampel (total minimal sample = 30 sample).

3.4 Identifikasi Variable

Variabel penelitian terdiri dari:

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pasien DS.

2. Variabel terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula pada radiograf panoramik

3. Variabel terkendali

Variabel kendali yaitu radiograf panoramik

4. Variabel pengganggu

Variabel ini berupa penyakit sistemik, kelainan endokrin, aktifitas fisik, kebiasaan buruk, gizi, dan keadaan psikologi diderita oleh pasien.

3.5 Definisi Operasional

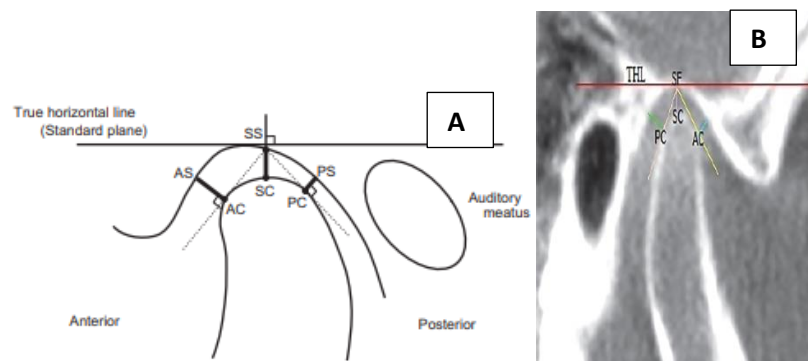
1. Posisi kepala kondilus pada radiograf panoramik adalah jarak antara kondilus dengan fossa glenoidalis secara anterior, posterior, dan superior.

- 1) Cara ukur:

- (1) Pengukuran dilakukan dengan cara menentukan titik tertinggi pada kepala kondilus (titik SC) paling dekat dengan fossa glenoidalis.

- (2) Titik SC ditarik lurus secara vertikal ke titik terdalam pada fossa glenoidalis (titik SF). Maka ditemukan jarak superior antara kondilus dan fossa glenoid (SS).

- (3) Titik SF dapat digambarkan garis bersinggungan dengan titik paling anterior (AC) dan paling posterior (PC). Jarak anterior (AS) dan posterior (PS) didapatkan dari penarikan garis tegak lurus dari titik AC dan PC ke fossa glenoidalis.^{24,126}
- (4) Diketahui jarak kondilus terhadap fossa glenoidalis maka dapat disimpulkan terjadi perpindahan posisi ke arah anterior, superior dan posterior apabila ditemukan jarak kurang dari jarak normal.



Gambar 3.1 Landmark Kepala Kondilus^{24,126}
 A. Penentuan Titik Superior, Anterior dan Posterior Kepala Kondilus.²⁴ B. Pengukuran Posisi Kepala Kondilus pada sisi sagital.¹²⁶

3) Alat Ukur: software image

4) Hasil ukur:

- (1) Jarak normal antara kondilus dan fossa glenoidalis dengan posisi edge to edge pada saat pengambilan radiograf panoramik adalah 2,5mm (superior), 1,3mm (anterior) dan 2,1mm (posterior).²⁴

(2) Jarak kondilus ke fossa glenoidalis kurang dari jarak normal menunjukkan perpindahan posisi kepala kondilus mendekati kearah anterior, superior, dan posterior.

(3) Jarak kondilus ke fossa glenoidalis melebihi dari jarak normal menunjukkan perpindahan posisi kepala kondilus menjauhi arah anterior, superior, dan posterior, apabila ditemukan.²⁴

2. Densitas kepala kondilus pada radiograf panoramik adalah nilai kepadatan tulang dinyatakan dalam nilai derajat kehitaman dari radiograf. Densitas tulang diambil dalam bentuk ROI (Region of Interest) dengan luas 4x4 mm pada satu area yaitu kepala kondilus di salah satu sisi kepala kondilus.³⁵

1) Cara ukur:

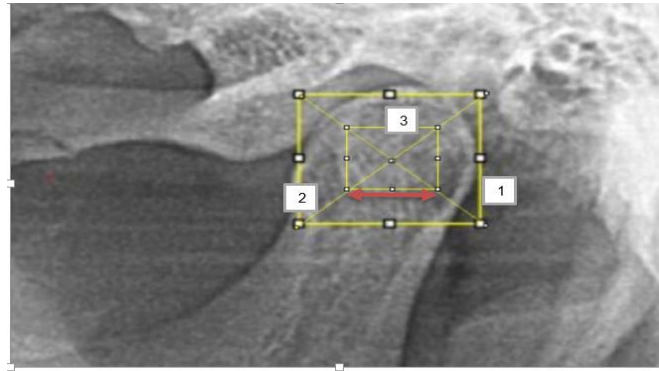
(1) Ditentukan garis bantu pada outer kepala kondilus.

(2) Ditarik garis diameter sehingga center bisa ditentukan.

(3) ROI dibuat dengan titik tengah kepala kondilus sebagai pusat, ukuran ROI adalah 4x4mm.

2) Alat ukur: software Image J

3) Hasil ukur: angka dihasilkan berupa presentase dari partikel pada areal penelitian. Nilai diperoleh dikategorikan kedalam nilai persentase partikel.



Gambar 3.2 Cara penentuan ROI pada Kepala Kondilus³⁵
 1. Membuat garis bantu mengelilingi kepala kondilus. 2. Menarik garis diameter sehingga senter bisa ditentukan. 3. Didapatkan ROI ditengah kepala kondilus.

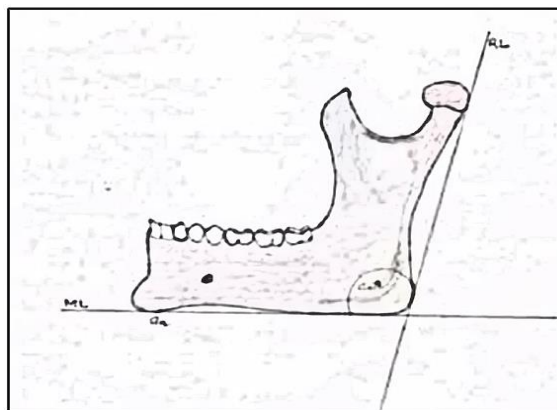
3. Sudut gonial mandibula pada radiograf panoramik adalah sudut mandibula diukur dalam satuan derajat.

1) Cara Ukur: Sudut ini dibentuk oleh garis ramus (RL) dan garis mandibula (ML), dimana garis ramus ditarik dari batas paling posterior mandibula dan garis mandibula ditarik dari batas bawah mandibula melalui gnation.

2) Alat Ukur: Software Image-J

3) Hasil Ukur:

Nilai rerata sudut gonial normal $128^{\circ} \pm 7^{\circ}$.¹²⁷



Gambar 3.3 Pengukuran Sudut Gonial.^{128,129}

4. Tinggi Ramus Mandibula pada radiograf panoramik adalah jarak dari titik Gonion (Go) ke Condylon (Co).

- 1) Cara Ukur:

Menentukan Gonion (Go) merupakan titik paling posterioinferior pada angulus mandibula dan Condylion (Co) merupakan titik paling superior pada kepala kondilus mandibula. Berikutnya ditarik garis lurus melalui titik Gonion ke Condylon.¹³⁰

- 2) Alat Ukur: Software Image-J

- 3) Hasil Ukur: Jarak Go-Co diukur dalam satuan mm



Gambar 3.4 Pengukuran Tinggi Ramus Mandibula¹³⁰
Pengukuran Tinggi ramus mandibula dengan menarik garis dari titik Co ke titik Go.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mesin Radiograf Panoramik tipe Picasso Trio, Vatech, E-WOO Technology Co, Ltd. Republic of Korea
2. ATK untuk menghasilkan data radiograf
3. Software Image j untuk mengolah data radiograf panoramik

4. Alat tulis (pulpen, penggaris, kertas) untuk mencatat hasil pengukuran
5. Asus VivoBook S400C untuk mengerjakan penelitian
6. Software Microsoft Excel 2010
7. Radiograf Panoramik berasal dari Mesin Radiograf Panoramik tipe Picasso Trio, Vatech

3.7 Sumber dan Teknik Pengumpulan data

Sumber data penelitian ini adalah data sekunder di dapat dari radiograf panoramik pasien DS dan pasien normal yang datang ke Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Padjajaran pada Maret 2016 – April 2017, yang diambil dan disimpan kedalam CD-ROM.

3.8 Cara Kerja dan Alur Penelitian

3.8.1 Cara Kerja

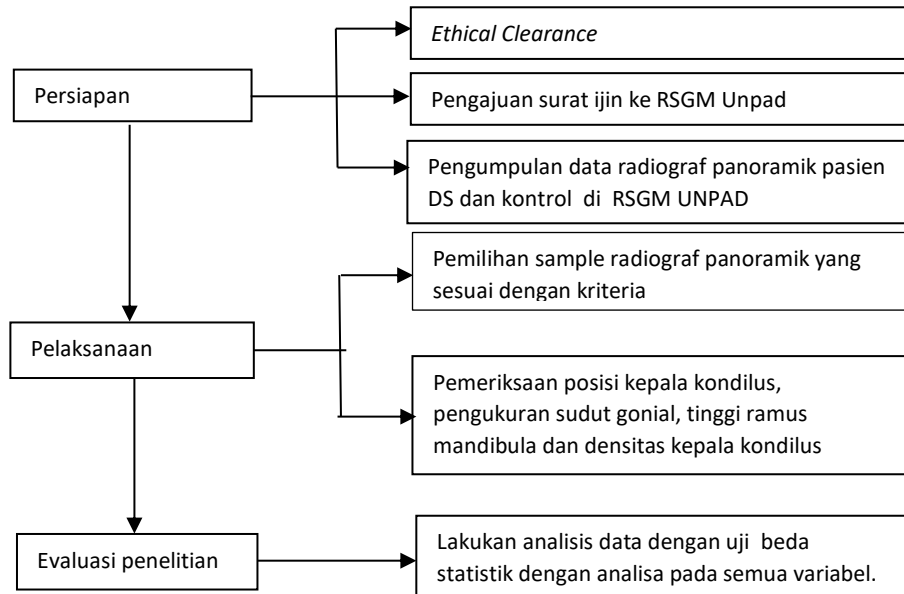
Cara kerja dan teknik pengumpulan data terdiri dari persiapan penelitian dan pelaksanaan penelitian.

1. Tahap persiapan penelitian
 - 1) Pengajuan pengesahan etik kepada Komisi Etik Penelitian Kesehatan untuk memperoleh persetujuan etik atau *ethical approval*.
 - 2) Pengajuan surat izin penelitian kepada direktur RSGM FKG UNPAD karena lokasi penelitian berada di Instalasi Radiologi Kedokteran Gigi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Padjajaran.

- 3) Pengumpulan radiograf panoramik kelompok uji dan normal akan dijadikan sample penelitian
2. Tahap pelaksanaan penelitian
- 1) Penilaian pada hasil radiograf panoramik berupa analisis 3 radiograf dalam satu hari.
 - 2) Penilaian posisi kepala kondilus pada pasien DS
 - (1) Data radiograf diproses dengan Image J, dengan cara membuka Image J dan membuka radiograf pasien. Caranya dengan menekan tombol buka pada software, kemudian klik file dan pilih radiograf sesuai urutan sampel tekan open.
 - (2) Lakukan pengaturan radiograf panoramik pada *software*. Klik *analyze, set scale*. Skala pengaturan digunakan *distance in pixels 2840, known distance 160, pixel aspect ratio 1.0, unit of length mm*
 - (3) Ditentukan posisi SC, SF, PC dan AC pada kepala kondilus dan fossa glenoidalis
 - (4) Dilakukan data perhitungan jarak kepala kondilus kearah anterior, posterior dan superior pada fossa glenoidalis
 - 3) Pengukuran sudut gonial dan tinggi ramus mandibula:
 - (1) Pengukuran sudut gonial. Klik *angle tool* tarik garis ramus paling posterior dan garis mandibula paling inferior. Klik *measure*, maka didapatkan nilai sudut gonial dengan satuan derajat

- (2) Pengukuran tinggi mandibula. Klik *straight line tool*. Tentukan titik *condyle* dan titik *gonion* kemudian tarik garis lurus. Klik *measure*, maka didapatkan nilai tinggi mandibula dengan satuan mm.
- 4) Penilaian densitas kepala kondilus dengan metode seperti dibawah ini :
 - (1) Data radiograf diproses dengan *Image J*, dengan cara membuka *Image J* dan membuka radiograf pasien. Caranya dengan menekan tombol buka pada *software*, kemudian klik file dan pilih radiograf sesuai urutan sampel tekan *open*.
 - (2) Radiograf tampil kemudian dipilih ROI dengan ukuran 4x4 mm dengan proses:
 - 1) Daerah kepala kondilus kanan/kiri yaitu dengan cara dibuat garis mengelilingi kepala kondilus (batas superior, lateral, inferior), tarik garis diameter, maka akan diperoleh titik tengah. Gunakan titik tengah untuk membuat ROI ukuran 4x4mm.
 - 2) Tiap ROI menjalani proses pengukuran dengan tahapan: filterisasi, a-gaussian blur, save file BMP
 - 3) Hasil gambar sudah difilterisasi kemudian diekstrak untuk menghilangkan noise dengan cara klik proses, binary, make binary, erode dan delete, prosedur diulang sebanyak 3 kali
 - 4) Perhitungan partikel dengan scala klik analyze partikel dan sumary
 - 5) Nilai diperoleh berupa presentase nilai luas partikel
3. Data terkumpul dimasukkan dalam tabel penelitian.
4. Analisa data dengan rumus uji beda dari semua nilai diukur.

3.8.2 Alur Penelitian



Gambar 3.5 Skema Penelitian

3.9. Rancangan Analisis

Sebelum hasil pengukuran dianalisis secara statistik, penulis menentukan hipotesis penelitian sebagai berikut:

Hipotesis 1

$H_0: x=0$; Tidak terdapat perbedaan posisi kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

$H_1: x \neq 0$; Terdapat perbedaan posisi kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

Hipotesis 2

$H_0: x=0$; Tidak terdapat perbedaan nilai densitas kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

$H_1: x \neq 0$; Terdapat perbedaan nilai densitas kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

Hipotesis 3

$H_0: x = 0$; Tidak terdapat perbedaan sudut gonial mandibula ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

$H_1: x \neq 0$; Terdapat perbedaan sudut gonial mandibula ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

Hipotesis 4

$H_0: x = 0$; Tidak terdapat perbedaan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

$H_1: x \neq 0$; Terdapat perbedaan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien Sindrom Down dan normal

Kriteria Uji :

H_0 ditolak jika nilai p-value hasil pengujian memiliki nilai kurang dari 0,05 dan terima H_0 dalam hal lainnya.

Uji statistik dipakai dalam penelitian ini adalah uji normalitas menggunakan uji *Shapiro Wilk*, kemudian dilakukan uji beda:

1. Apabila diketahui data berdistribusi normal, maka digunakan uji statistik untuk mengetahui perbedaan rerata antara dua kelompok sample menggunakan uji *t-independent*.
2. Apabila diketahui data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji *Mann Whitney*.
3. Data akan ditampilkan dalam bentuk table dan grafik

1.10 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Padjajaran Bandung, bulan September – November 2019.

BAB IV

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis

Bab ini akan dijelaskan hasil analisis dan pembahasan dari data telah diperoleh di lapangan dengan teknik pengolahan data sesuai pada bab sebelumnya. Analisis data dibahas yaitu mengenai analisis deskriptif berupa rerata, standar deviasi, nilai maksimum dan nilai minimum serta analisis uji perbandingan untuk melihat perbedaan posisi, densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula pada pasien Sindrom Down ditinjau dari radiograf panoramik.

Subjek pada penelitian ini yaitu pasien anak Sindrom Down usia 7-15 tahun datang ke Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Padjajaran pada Maret 2016 sampai dengan April 2017 sebanyak 21 orang dan dibandingkan dengan pasien normal. Masing-masing variabel dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran, kemudian dihitung rerata hasil ketiga pengukuran tersebut.

Tabel 4.1 Karakteristik Pasien berdasarkan Usia

Umur	DS		Normal		Σ
	n	%	n	%	
7 tahun	6	28.57	1	4.76	7
8 tahun	4	19.05	8	38.09	12
9 tahun	2	9.53	1	4.76	3
10 tahun	3	14.28	4	19.05	7
11 tahun	1	4.76	2	9.53	3
12 tahun	2	9.53	2	9.53	4
13 tahun	1	4.76	1	4.76	2
14 tahun	1	4.76	1	4.76	2
15 tahun	1	4.76	1	4.76	2
Total	21	100	21	100	42

Keterangan: n = jumlah sample

Tabel 4.2 Karakteristik Pasien berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	DS		Normal		Σ
	n	%	n	%	
Perempuan	5	23.81	8	38.1	13
Laki-Laki	16	76.19	13	61.9	23
Total	21	100	21	100	42

Keterangan: n = jumlah sample

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa dari 21 anak DS, mayoritas sample berusia 7 tahun (28.57%) sedangkan paling sedikit berusia 11, 13, 14 dan 15 tahun (4.76%). Pasien normal berjumlah 21, mayoritas berusia 8 tahun (38.09%) sedangkan paling sedikit berusia 7, 9, 13, 14 dan 15 tahun (4.76%). Tabel 4.2 menjelaskan bahwa anak Sindrom Down dan normal, mayoritas adalah anak laki-laki (76.19% pada DS dan 61,9% pada pasien normal) sedangkan sisanya anak perempuan. Pada penelitian ini diketahui data tipe genetik sample DS keseluruhannya adalah trisomi 21.

4.1.1 Gambaran Posisi Kepala Kondilus

Posisi kepala kondilus pada radiograf panoramik adalah jarak antara kondilus dengan fossa glenoidalis dilihat dari aspek anterior, posterior dan superior. Berikut merupakan hasil perhitungan rerata posisi kepala kondilus antara penderita Sindrom Down dan normal. Nilai posisi kepala kondilus normal yang dipakai pada penelitian ini adalah sesuai penelitian Ikeda *et al*²⁴ jarak normal kepala kondilus adalah 1,3mm (anterior), 2,5mm (superior), 2,1mm (posterior); dengan rasio 1: 1,9: 1,6.

Tabel 4.3 Posisi Kepala Kondilus (mm)

Posisi Kepala Kondilus	DS	Normal
Anterior Kanan		
$\bar{X} \pm SD$	1,40±0,50	1,52±0,36
Median (Min-Max)	1,23 (0,98-3,05)	1,60 (0,68-2,08)
Superior Kanan		
$\bar{X} \pm SD$	2,52±0,64	3,13±1,23
Median (Min-Max)	2,39 (1,48-3,95)	2,73 (1,74-6,64)
Posterior Kanan		
$\bar{X} \pm SD$	2,44±0,68	2,97±1,24
Median (Min-Max)	2,51 (1,23-3,95)	2,71 (1,38-6,02)
Anterior Kiri		
$\bar{X} \pm SD$	1,45±0,52	1,57±0,37
Median (Min-Max)	1,38 (0,78-3,23)	1,76 (0,81-2,41)
Superior Kiri		
$\bar{X} \pm SD$	2,79±0,92	2,94±1,05
Median (Min-Max)	2,68 (1,23-4,92)	2,58 (1,88-6,23)
Posterior Kiri		
$\bar{X} \pm SD$	2,75±0,95	2,92±1,09
Median (Min-Max)	2,33 (1,51-5,31)	2,65 (1,71-5,97)

Nilai rerata jarak kepala kondilus anterior, superior dan posterior bagian kanan maupun kiri pada pasien DS memiliki angka rerata lebih kecil dibandingkan dengan posisi kepala kondilus anterior, superior dan posterior bagian kanan maupun kiri pada pasien normal. Dengan rasio untuk kepala kondilus DS kanan 1: 1,8: 1,7 dan kiri 1: 1,9: 1,8. Rasio untuk kepala kondilus pasien normal kanan 1: 2: 1,9 dan kiri 1: 1,8: 1,8.

4.1.2 Gambaran Densitas kepala kondilus

Densitas kepala kondilus pada radiograf panoramik adalah nilai kepadatan tulang dinyatakan dalam nilai derajat kehitaman dari radiograf. Densitas tulang diambil dalam bentuk ROI (*Region of Interest*) dengan luas 4x4 mm pada satu area yaitu kepala kondilus. Berikut merupakan hasil perhitungan rerata densitas kepala kondilus antara penderita DS dan normal.

Tabel 4.4 Densitas Kepala Kondilus (%)

Densitas Kepala Kondilus	DS	Normal
Densitas Kanan		
$\bar{X} \pm SD$	10,25±3,10	12,16±2,99
Median (Min-Max)	9,71 (5,02-16,48)	11,32 (9,15-20,34)
Densitas Kiri		
$\bar{X} \pm SD$	9,47±2,43	12,31±3,47
Median (Min-Max)	9,56 (4,66-13,72)	11,85 (5,56-21,57)

Nilai rerata Densitas kepala kondilus bagian kanan maupun kiri pada pasien DS memiliki angka rerata lebih kecil (10,25% pada kondilus kanan dan 9,47% pada kondilus kiri) dibandingkan dengan Densitas kepala kondilus bagian kanan maupun kiri pada pasien normal (12,16% pada kondilus kanan dan 12,31% pada kondilus kiri).

4.1.3 Gambaran Sudut Gonial Mandibula

Sudut gonial mandibula pada radiograf panoramik adalah sudut mandibula yang terbentuk dari garis ramus (RL) dan garis mandibula (ML), diukur dalam

satuan derajat. Berikut merupakan hasil perhitungan rerata Sudut Gonial Mandibula antara penderita sindrom down dan normal.

Tabel 4.5 Sudut Gonial Mandibula (derajat)

Sudut Gonial Mandibula	DS	Normal
Sudut Gonial Kanan		
$\bar{X} \pm SD$	124,49±8,14	124,69±5,42
Median (Min-Max)	124,88 (104,68-136,00)	124,51 (116,82-134,69)
Sudut Gonial Kiri		
$\bar{X} \pm SD$	123,89±9,36	125,41±5,13
Median (Min-Max)	125,23 (100,26-136,42)	124,63 (117,54-136,69)

Nilai rerata Sudut Gonial Mandibula bagian kanan maupun kiri pada pasien DS memiliki angka rerata lebih kecil (124,49 derajat sisi kanan dan 123,89 derajat sisi kiri) dibandingkan dengan Sudut Gonial Mandibula bagian kanan maupun kiri pada pasien normal (124,69 derajat sisi kanan dan 125,41 derajat sisi kiri).

4.1.4 Gambaran Tinggi Ramus Mandibula

Tinggi Ramus Mandibula pada radiograf panoramik adalah jarak dari titik Gonion (Go) merupakan titik paling postero-inferior pada angulus mandibula ke Condylion (Co) merupakan titik paling superior pada kepala kondilus mandibula, diukur dalam satuan mm. Berikut merupakan hasil perhitungan rerata Tinggi Ramus Mandibula antara penderita DS dan normal.

Tabel 4.6 Tinggi Ramus Mandibula (mm)

Tinggi Ramus Mandibula	DS	Normal
Tinggi Ramus Kanan		
$\bar{X} \pm SD$	30,82 $\pm$ 3,11	33,54 $\pm$ 3,43
Median (Min-Max)	30,80 (25,85-37,57)	31,96 (29,34-41,45)
Tinggi Ramus Kiri		
$\bar{X} \pm SD$	30,29 $\pm$ 2,91	33,62 $\pm$ 3,45
Median (Min-Max)	30,05 (25,74-35,56)	33,44 (28,52-41,49)

Nilai rerata Tinggi Ramus Mandibula bagian kanan maupun kiri pada pasien DS memiliki angka rerata lebih kecil (30,82mm sisi kanan dan 30,29mm sisi kiri) dibandingkan dengan Tinggi Ramus Mandibula bagian kanan maupun kiri pada pasien normal (33,54 mm sisi kanan dan 33,62 mm sisi kiri).

4.2 Uji Hipotesis

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan pengujian uji normalitas untuk memastikan apakah data memiliki distribusi normal atau tidak. Apabila data berdistribusi normal, analisis uji statistik menggunakan uji t tidak berpasangan (*independent t-test*) dan jika data tidak berdistribusi normal maka analisis uji statistik menggunakan uji Mann Whitney. Berikut merupakan hasil perhitungan uji normalitas pada posisi kepala kondilus, desnitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus pada pasien DS dan pasien normal.

Ketentuan uji normalitas adalah, jika nilai *p-value* berada di atas 0,05 maka data memiliki distribusi normal, namun jika *p-value* berada di bawah 0,05 maka data memiliki distribusi tidak normal. Dengan demikian masing-masing variabel akan diuji menggunakan uji berbeda berdasarkan normal atau tidaknya distribusi

data pada variabel tersebut. Jika berdistribusi normal menggunakan uji t tidak berpasangan dan jika tidak normal menggunakan uji Mann Whitney.

Hipotesa 1

Tabel 4.7 Uji Perbandingan Posisi Kepala Kondilus

Posisi Kepala Kondilus	DS	Normal	Nilai P
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
Anterior Kanan	1,40±0,50	1,52±0,36	0,059 ^b
Superior Kanan	2,52±0,64	3,13±1,23	0,080 ^b
Posterior Kanan	2,44±0,68	2,97±1,24	0,095 ^a
Anterior Kiri	1,45±0,52	1,57±0,37	0,174 ^b
Superior Kiri	2,79±0,92	2,94±1,05	0,753 ^b
Posterior Kiri	2,75±0,95	2,92±1,09	0,597 ^b

Sumber : olahdata primer SPSS, 2019 a) independen t-test b) mann whitney test

Berdasarkan tabel di atas, pada uji perbandingan posisi kepala kondilus antara pasien DS dan pasien normal nilai *p-value* diatas 0,05. Oleh karena *p-value*>0,05, artinya tidak terdapat perbedaan signifikan posisi kepala kondilus pada pasien DS ditinjau dari radiograf panoramik dan normal. (**Hipotesis 1 ditolak**)

Hipotesa 2

Tabel 4.8 Uji Perbandingan Densitas Kepala Kondilus

Densitas kepala kondilus	DS	Normal	Nilai P
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
Densitas Kanan	10,25±3,10	12,16±2,99	0,040 ^b
Densitas Kiri	9,47±2,43	12,31±3,47	0,004 ^a

Sumber : olahdata primer SPSS, 2019 a) independen t-test b) mann whitney test

Berdasarkan tabel di atas, pada uji perbandingan Densitas kepala kondilus antara pasien DS dan pasien normal nilai *p-value* dibawah 0,05. Oleh karena *p-value*<0,05, artinya terdapat perbedaan signifikan densitas kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien DS dan normal. **(Hipotesis 2 diterima)**

Hipotesa 3

Tabel 4.9 Uji Perbandingan Sudut Gonial Mandibula

Sudut Gonial Mandibula	DS	Normal	Nilai P
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
Sudut Gonial Kanan	12,49±8,14	124,69±5,42	0,926 ^a
Sudut Gonial Kiri	123,89±9,36	125,41±5,13	0,520 ^a

Sumber : olahdata primer SPSS, 2019 a) independen t-test b)mann whitney test

Berdasarkan tabel di atas, pada uji perbandingan Sudut Gonial Mandibula antara pasien DS dan pasien normal nilai *p-value* diatas 0,05. Oleh karena *p-value*>0,05, artinya tidak terdapat perbedaan signifikan Sudut Gonial Mandibula pada pasien DS ditinjau dari radiograf panoramik dan normal. **(Hipotesis 3 ditolak)**

Hipotesa 4

Tabel 4.10 Uji Perbandingan Tinggi Ramus Mandibula

Tinggi Ramus Mandibula	DS	Normal	Nilai p
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
Tinggi Ramus Kanan	30,82±3,11	33,54±3,42	0,015 ^b
Tinggi Ramus Kiri	30,29±2,91	33,62±3,45	0,002 ^a

Sumber : olahdata primer SPSS, 2019 a) independen t-test b)mann whitney test

Berdasarkan tabel di atas, pada uji perbandingan Tinggi Ramus Mandibula antara pasien DS dan pasien normal nilai *p-value* dibawah 0,05. Oleh karena *p-*

$value < 0,05$, artinya terdapat perbedaan signifikan Tinggi Ramus Mandibula ditinjau dari radiograf panoramik pada pasien DS dan normal. (**Hipotesis 4 diterima**)

4.3 Pembahasan

Posisi dan fungsi kondilus mandibula dari TMJ dikendalikan langsung oleh struktur mulut, termasuk otot-otot terkait. Kondilus sebagai pusat utama pertumbuhan mandibula, menerima rangsangan terus-menerus sepanjang proses *remodelling* dengan demikian kondilus memainkan peran penting dalam dimensi akhir mandibula dewasa. Volume dan ukurannya dapat dikaitkan dengan dimensi akhir mandibula serta hubungan akhir antara lengkung rahang atas dan rahang bawah. Pemeriksaan struktur TMJ secara radiografi sangat penting untuk mengevaluasi kelainan dan perubahan tulang mempengaruhi TMJ.

Parameter digunakan dalam penelitian ini berupa pengukuran posisi kepala kondilus, densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula melalui arsip radiograf panoramik di RSGM UNPAD. Keempat variabel tersebut diperiksa untuk mewakili posisi kepala kondilus, dimensi vertikal, dimensi antero-posterior dan kondisi mikrostruktur dari kepala kondilus pada pasien DS.

Penyebab potensial perubahan posisi kondilus di fossa glenoidalis termasuk perpindahan diskus (DD), hipertrofi diskus, perbedaan posisi sendi pada saat oklusi sentrik (CO) dan relasi sentris (CR), fusi sendi berlebihan dan perubahan morfologi kondilus serta eminensia artikularis akibat penyakit sendi degeneratif (DJD), dan trauma pada rahang.²⁴ Perpindahan kondilus mendekati fossa glenoidalis apabila

ditemukan jarak TMJ kurang dari jarak normalnya, yaitu sebesar 1,3mm (anterior), 2,5mm (superior), dan 2,1mm (posterior). Apabila ditemukan posisi kondilus dengan jarak melebihi batas normal tersebut dapat dikatakan perpindahan kondilus menjauhi fossa glenoidalis.¹²⁶ Jika tampak posisi kondilus menjauhi fossa, maka hal tersebut merupakan respon antagonis dari aspek TMJ lain. Ketika ditemukan dari aspek anterior kondilus menjauhi fossa glenoidalis, maka dapat dilihat bahwa aspek posterior kondilus mendekati fossa glenoidalis. Berbeda dengan aspek superior, kemungkinan Bergeraknya aspek superior kondilus menjauhi fossa glenoidalis dapat disebabkan oleh pasien sedang menjalani perawatan atau terjadinya trauma, kehilangan gigi dan kebiasaan mengunyah tidak seimbang antara TMJ kanan dan kiri.

Berdasarkan hasil penelitian ini terlihat bahwa pasien DS memiliki nilai rerata jarak kepala kondilus lebih kecil dibandingkan dengan kelompok normal, dengan perbandingan 1,4mm (anterior), 2,52mm (superior), 2,44mm (posterior) pada kondilus kanan dan 1,45mm (anterior), 2,79mm (superior), 2,75mm (posterior) pada kondilus kiri (tabel 4.3). Hal ini sesuai dengan penelitian Almeida *et al* (2008) tentang posisi kepala kondilus pasien DS menggunakan radiograf *transcranial* bahwa posisi kondilus kanan dan kiri pasien DS memiliki kecenderungan berada pada posisi anterior, baik pada saat oklusi sentris maupun relasi sentris.²⁶ Gambar 4.1 dan 4.2 secara deskriptif memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan posisi kepala kondilus secara anterior, superior dan posterior pada pasien DS dengan kelompok normal.

Penulis menduga hal ini dikarenakan sample pasien DS yang ada, tidak memiliki gejala atau tanda-tanda kelainan pada TMJ. Pasien asimtomatik dapat menunjukkan posisi kondilus dalam keadaan normal dan tidak normal. Posisi kondilus dapat dikatakan normal apabila sesuai dengan posisi seharusnya, sedangkan dikatakan tidak normal apabila ditemukan posisi kurang atau lebih dari batas normal. Perubahan kondilus asimtomatik menandakan, bahwa pasien pernah mengalami trauma ringan, kehilangan gigi dan kebiasaan mengunyah tidak seimbang antara TMJ kanan dan kiri. Krisjane *et al*¹³¹ menggunakan Linear Tomography dan MRI untuk mempelajari posisi kondilus 29 orang asymptomatik, dan temuannya adalah, 39,3% kondilus berada dalam posisi konsentris, 14,3% lebih ke posterior, dan 46,4% lebih ke anterior.^{131,132}

Posisi mandibula cenderung prognathi pada pasien DS juga dapat mempengaruhi posisi kepala kondilus. Ketika Aline *et al*¹⁹ membandingkan antara *craniofacial* pasien DS, class III non sindrom dan kontrol, menemukan bahwa pasien DS memiliki dasar kranial anterior dan posterior lebih kecil, maksila hipoplasia, *facial height* pendek, serta anterior open bite. Hubungan antara maxilla yang kecil dan mandibula pada DS diduga membuat posisi kepala kondilus berada lebih ke anterior dari pada fossa glenoidalis. Cohlma *et al*¹³³ dan Seren *et al*¹³⁴ bahwa pada pasien kelas III, memiliki jarak aspek anterior kepala kondilus lebih kecil dan hubungan vertikal lebih dekat antara kondilus dan atap fossa glenoidalis serta menunjukkan jarak aspek superior lebih kecil.

Mayoritas karakteristik sample pada penelitian ini adalah anak laki-laki diduga dapat mempengaruhi hasil posisi kepala kondilus yang didapat. Cohlma *et*

*al*¹³³ mengatakan anak laki-laki memiliki kepala kondilus yang lebih besar dengan kemiringan artikular yang lebih curam, posisi kondilus anak laki-laki lebih di anterior daripada anak perempuan. Kombinasi ruang sendi TMJ yang kecil pada pasien kelas III dan mayoritas kepala kondilus anak laki-laki yang lebih besar, diduga menyebabkan hasil perhitungan posisi kepala kondilus cenderung ke anterior.

Usia pasien DS pada penelitian ini, masih dalam usia tumbuh kembang sehingga perubahan posisi kondilus masih mungkin terjadi seiring dengan tumbuh kembang mandibula pasien. Sesuai dengan pendapat Burke *et al*⁷⁶ bahwa dimensi kondilus dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perkembangan normal, pertumbuhan musiman, dan perubahan patologis atau remodelling yang dapat menghasilkan perubahan dalam dimensi sendi.⁶³ Salah satu perubahan yang mungkin terjadi pada DS, otot mastikasi seperti masseter dan temporalis yang hypotonia dapat menyebabkan mandibula lebih mudah turun yang bisa disebabkan oleh gaya gravitasi atau tarikkan otot suprahyoid ke arah bawah. Mulut akan terbuka sementara gigi posterior terus erupsi berdampak terjadinya anterior open bite. Bakke *et al*¹³⁵ telah membuktikan bahwa pada pasien anterior open bite memiliki otot masseter dan temporal yang lemah.

Hypotonia otot mastikasi akan menyebabkan kurangnya *bite force* dan pergerakan translasi kondilus yang lebih pendek saat membuka mulut, bila hal ini terjadi berulang-ulang dapat menyebabkan rasa nyeri pada otot mastikasi dan TMJ.¹³⁶ Namun perubahan ini merupakan suatu proses yang lama, sehingga mungkin belum terlihat pada sample pasien DS penelitian ini. Miyawaki *et al*¹³⁶

menyatakan keparahan open bite pada pasien dewasa lebih besar dari pada yang pra-pubertas, hal ini menunjukkan bahwa kekuatan oklusal yang lemah mungkin menjadi faktor pemicu terjadinya anterior open bite.

Sudah banyak penelitian sebelumnya yang dilakukan pada tulang lumbar dan femur pasien DS yang menyatakan bahwa BMD pasien DS lebih rendah dibandingkan.^{14,28,62,64,92,137} Camargo *et al*³¹ menyatakan BMD mandibula berkorelasi dengan BMD tulang belakang lumbar dan leher femur, pada kasus osteopenia dan osteoporosis. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa keadaan tulang pada kondilus dapat mewakili keadaan tulang pada area pertumbuhan lainnya pada seorang pasien.

Pada penelitian ini menunjukkan pasien anak DS memiliki densitas kepala kondilus yang lebih rendah. Sesuai dengan penelitian Foley *et al*¹¹⁹ dan Agüero *et al*¹³⁷ bahwa anak-anak DS memiliki BMD lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak normal. Penelitian Allam *et al*²⁸ mengenai perbandingan densitas tulang antara 2 grup pasien DS (grup umur 7-10 tahun dan umur 14-18 tahun) dan normal menggunakan DXA menunjukkan pasien DS memiliki *Bone Mineral Density Z-score* lebih rendah daripada individu tanpa DS. Penulis menduga GH suboptimal dan defisiensi selektif IGF-I berdampak pada perubahan matriks dan massa tulang pada anak DS pada penelitian ini.⁸⁶⁻⁸⁸

Peneliti juga menduga rendahnya densitas densitas kepala kondilus pasien DS disebabkan oleh proliferasi osteoblastik dan akumulasi tulang yang rendah pada pasien DS, sehingga persentase trabekula mungkin juga lebih kecil dari pasien normal. Sesuai dengan penelitian McKelvey *et al*¹³ menunjukkan jumlah penanda

biokimiawi P1NP berfungsi sebagai marker pembentukan tulang lebih rendah (17ng/ml) pada pasien DS daripada pasien normal. Penelitian *Parson et al*⁶⁵ pada tulang *presphenoid* tikus Ts65Dn yang merupakan tikus model trisomi 21, memiliki *bone volume fraction*, *trabecular number* dan *trabecular connection* yang rendah serta lebih banyak trabekula berbentuk batang dibandingkan kontrol. Peneliti menduga kepala kondilus pasien DS memiliki jumlah trabekula dan jumlah tulang di *trabecular space* yang lebih sedikit, ditandai oleh presentase nilai partikel tulang pasien DS yang lebih sedikit pada penelitian ini.

Selain genetik, kualitas arsitektur tulang juga dipengaruhi oleh lingkungan, beban mekanik dan infeksi.⁶⁵ Hipotonia otot mastikasi pada DS diduga dapat mempengaruhi kualitas tulang, tekanan mekanik yang rendah akan mengurangi aktivasi osteosit berdampak proliferasi osteoblast menurun.⁹⁶⁻⁹⁸ Angelopoulou *et al*¹⁴ dan Gavris *et al*⁵ membuktikan adanya hubungan antara kekuatan otot dan kepadatan tulang pada pasien DS memiliki *bone ultrasound analysis* 6% lebih rendah dari pada normal. Banyak penulis seperti Crepaldi *et al* setuju bahwa, terdapat hubungan antara kekuatan otot dan massa tulang. Mereka mengidentifikasi korelasi antara kekuatan paha depan dan BMD pada individu dengan DS. Nordstrom *et al*¹³⁸ menemukan bahwa hipotonia otot dan penurunan kekuatan otot tungkai bawah terkait dengan DS dapat mempengaruhi jaringan tulang. Harris *et al* menyatakan bahwa anak-anak dengan DS menderita hipermobilitas berlebihan dan hipotonia berarti, berkurang kontrol dan kekuatan otot secara signifikan menyebabkan tindakan motorik terganggu dapat secara negatif mempengaruhi BMD.²⁸ Kontraksi otot menempatkan beban fisiologis terbesar pada tulang,

sehingga kekuatan tulang harus beradaptasi dengan kekuatan otot.⁵ Dapat dikatakan bahwa kekurangan kontraksi otot merupakan penyebab utama kelemahan tulang.

Tabel 4.9 menunjukkan rerata densitas kondilus kanan lebih tinggi yaitu 10,25% dibandingkan kondilus kiri, yaitu 9,47%. Hal ini diduga bahwa terjadi kecenderungan mengunyah pada satu sisi, karena tingkat remodelling tulang berbeda-beda dan diasumsikan berkaitan dengan jumlah beban mekanis diberikan oleh otot pengunyah. Van Eijden *et al*¹³⁹ mengatakan tulang menanggung beban lebih berat diperkirakan memiliki tingkat remodelling lebih tinggi sehingga tulang lebih termineralisasi. Oleh sebab itu, jika kondilus kanan memiliki densitas lebih tinggi maka sisi kanan tersebutlah lebih sering digunakan saat pengunyah.

Selain itu penyebab sekunder BMD rendah terkait dengan DS mungkin juga dapat mempengaruhi penelitian ini, seperti *dietary insufficiency* (asupan vitamin D dan kalsium) dan endokrin (hipotiroidisme, hiperparatiroidisme, hipogonadisme) dan gangguan autoimun (penyakit celiac) dapat menyebabkan kekurangan nutrisi. Paparan sinar matahari rendah, dan penggunaan antikonvulsan juga telah dikaitkan dengan penurunan massa tulang.¹⁴⁰ Guijarro *et al*⁸⁰ melaporkan bahwa beberapa kondisi umum muncul pada DS, seperti disfungsi tiroid, kelainan perkembangan seksual, dan kelainan muskuloskeletal (baik kekuatan otot perifer dan pernafasan) dapat berkontribusi pada pengembangan osteoporosis.

Kiliaridis *et al*¹⁴¹ mengatakan hipotonia otot pengunyah pada DS akan mengurangi kekuatan mekanik menekan mandibula dan menghasilkan perubahan sudut gonion dan tinggi ramus.¹⁵ Penulis menduga hal ini akibat penurunan fungsi dan kontraksi otot mastikasi, yaitu masseter dan medial pterygoid yang memiliki

insersio pada sudut gonial.¹⁴² Pada penelitian ini memperlihatkan perbedaan nilai sudut gonial mandibula pada pasien DS, walaupun tidak signifikan dibandingkan kelompok normal. Hal ini sesuai dengan penelitian Suri *et al*¹⁸ Suri dan Aline *et al*¹⁹ menemukan tidak terdapat perbedaan signifikan antara sudut gonial pasien DS dan normal.

Bertolak belakang dengan penelitian Suharsini *et al*¹⁵ yang dilakukan pada usia anak 14-18 tahun menyatakan tonus otot mastikasi memberikan efek signifikan terhadap pertumbuhan antero-posterior wajah pasien DS (*p-value* 0,012<0,05). Penulis menduga hal ini disebabkan oleh perbedaan usia pasien DS, pada penelitian ini mayoritas usia pasien adalah dibawah 11 tahun sehingga belum terjadi perubahan yang signifikan pada area sudut gonion. Fischer-Brandis *et al*¹⁴³ meneliti pertumbuhan mandibula pada pasien DS usia 0-14 tahun menemukan bahwa sudut gonion bayi DS 5-6 derajat lebih kecil daripada bayi normal dan perkembangan sudut gonion hingga usia 14 tahun tetap tumbuh secara normal walaupun lebih kecil dari normal. Allareddy *et al*¹⁴⁴ mengatakan sudut gonial dan sudut mandibula pada DS cenderung meningkat dengan bertambahnya usia. Pasien-pasien ini kemungkinan akan menunjukkan oklusi anterior open bite seiring pertumbuhan dan perkembangan rahang.

Hasil perhitungan tinggi ramus menunjukkan pada DS secara signifikan (*p-value* 0,002) lebih kecil dari kelompok normal (tabel 4.6 dan tabel 4.11). Hal ini sesuai dengan penelitian Suri *et al*¹⁸ dan Aline *et al*¹⁹. Pada penelitian ini didapatkan hasil pengukuran 30,82mm pada ramus kanan dan 30,29mm pada ramus kiri. Suharsini *et al*¹⁵ menyatakan tonus otot pengunyahan juga memiliki dampak

signifikan pada ukuran wajah pertumbuhan vertikal ($p = 0,020$). Penulis menduga hal ini disebabkan hipotonia otot pada pasien DS mengurangi stimulasi otot ke tulang, mengakibatkan kekurangan pertumbuhan wajah dalam arah vertikal. Otot masseter dan otot pterigoid medial memiliki *insersio* ke dalam wilayah sudut gonial dan ramus mandibula, kekuatan kontraktile otot-otot ini juga mempengaruhi bentuk dasar mandibula. Huuomonen *et al*²³ menyatakan masseter kuat dan aktivitas otot temporal anterior dikaitkan dengan tinggi wajah posterior lebih besar, bidang mandibula rata dan sudut gonial kecil, begitu juga sebaliknya. Saini *et al*¹⁴² mengatakan bahwa ramus mandibula merupakan objek menerima tekanan paling besar dibandingkan tulang lainnya karena proses mastikasi. Beban diberikan pada saat proses mastikasi mempengaruhi kartilago pada kondilus dan otot mastikasi lainnya.¹⁴⁵⁻¹⁴⁷

Demikian juga diet makanan lunak sering diterapkan pada DS diduga dapat menurunkan kekuatan otot, hipotonia otot pada pasien dengan DS dan paling mungkin memberi dampak langsung pada dimensi rahang atas dan rahang bawah. Enomoto *et al* telah melaporkan bahwa mandibula dari hewan diberi makanan konsistensi keras memiliki kondilus lebih besar, panjang mandibula lebih besar, dan tinggi ramus lebih tinggi ketika membandingkan dengan mandibula dari hewan lain diberi makan dengan diet konsistensi lebih lembut.^{145,147} Sesuai dengan hukum Wolff perubahan bentuk dan struktur tulang tergantung pada stres yang diterima tulang dari otot-otot fungsional.

Keterbatasan pada penelitian ini adalah jumlah sample terlalu sedikit per kelompok usia dengan perbandingan cukup jauh antara sample perempuan dan laki-

laki 5:16, sehingga kurang representatif dalam menentukan perubahan posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula seiring dengan pertambahan usia dan berdasarkan gender. Selain itu data yang dipergunakan merupakan data sekunder, sehingga peneliti tidak memiliki data klinis atau riwayat pasien yang mungkin dapat menjadi faktor pengganggu dalam penelitian ini, seperti bruxism, maloklusi, diet makanan, keadaan sistemik dan endokrin pasien, perubahan postur leher, bahu dan kepala serta ada atau tidaknya nyeri pada TMJ atau otot mastikasi. Costa *et al*¹⁴⁸ menemukan anak-anak dengan kebiasaan parafungsional memiliki 4,3 kali lipat kemungkinan lebih besar untuk menunjukkan TMD lebih parah. Penelitian Saito *et al*⁷² menunjukkan hubungan erat antara postur tubuh dan gangguan temporomandibular, meskipun tidak mungkin untuk menentukan apakah penyimpangan postur adalah penyebab atau hasil dari gangguan tersebut.

Sebagai tambahan, penelitian belum menemukan penelitian serupa mengenai pasien DS terkait menentukan perubahan posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula dengan teknik radiografi panoramik, sehingga sulit untuk dilakukan komparasi dengan populasi serupa.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak terdapat perbedaan posisi kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
2. Terdapat perbedaan densitas kepala kondilus ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
3. Tidak terdapat perbedaan sudut gonial mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.
4. Terdapat perbedaan tinggi ramus mandibula ditinjau dari radiograf panoramik antara pasien Sindrom Down dan normal.

5.2 Saran

1. Penelitian ini menggunakan data sekunder, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai mengenai posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula pada pasien Sindrom Down menggunakan data primer, jumlah sampel lebih banyak dan bersifat homogen.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh lainnya terhadap posisi dan densitas kepala kondilus, sudut gonial dan tinggi ramus mandibula pada kelompok usia berbeda dan jenis kelamin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cheng RH., Yiu CK., Leung WK. Oral Health in Individuals with Down Syndrome, Prenatal Diagnosis and Screening for Down Syndrome. (Prof. Subrata Dey, ed.); 2011.
2. Macho V, Coelho A, Areias C, Macedo P, Andrade D. children Craniofacial Features and Specific Oral Characteristics of Down Syndrome Children. Oral Health Dent Manag. 2014;13(July):408-411.
3. Marques LS, ALCÂNTARA CEP, Pereira LJ, RAMOS-JORGE ML. Down syndrome: a risk factor for malocclusion severity? Brazilian Oral Reasearch. 2015;29(1):1-7.
4. Bauer D, Evans CA, Begole EA, Salzmann L. Severity of Occlusal Disharmonies in Down Syndrome. Hindawi Publ Corp Int J Dent. 2012;2012:1-6.
5. Gavris M, Courteix D, Serbanoiu S, Hantiu I, Tifrea C. Bone Tissue in Down Syndrome Patients Deteriorates Following Aging : A Study Based on Bone Ultrasound Analysis. J Med Ultrasound. 2014;22:29-36.
6. Wu J. Bone mass and density in preadolescent boys with and without Down syndrome. Osteoporos Int. 2014;(May 2013):2847-2854.
7. Bell LM, Mascarenhas MR, Chung EK. The 5-Minute Pediatric. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
8. Hammer GD, McPhee SJ. Pathophysiology of Disease : An Introduction. New York: McGraw-Hill Medical; 2010.
9. Dey A, Bhowmik K, Chatterjee A, Chakrabarty PB, Sinha S. Down syndrome related muscle hypotonia : association with COL6A3 functional SNP rs2270669. Front Genet. 2013;4(April):1-8.
10. Bastola BP, Albert DA. How Does Down Syndrome Affect Musculoskeletal Health ? The Rheumatologist. 2018.
11. Silva AP, Nery JC, Donini LL, Nora VP, Da SRN. Temporomandibular joint evaluation in subjects with Down syndrome. Rev Médica Int sobre el Síndrome Down. 2016:1-4.
12. Gavris-stef M, Ferry B, Serbanoiu S, Hantiu I. Bone Health of Subjects with Down Syndrome : Is There a Link with the Stabilometric Characteristics Measured as a Surrogate for Body Tonicity ? Procedia- Soc Behav Sci. 2014;117:665-671.

13. McKelvey KD, Fowler TW, Akel NS, Kelsay JA. Low bone turnover and low bone density in a cohort of adults with Down syndrome. *Osteoporos Int Author Manuscr.* 2013;24(4):1333-1338.
14. Angelopoulou N, Matziari C, Tsimaras V, Sakadamis A, Souftas V, Mandroukas K. Bone Mineral Density and Muscle Strength in Young Men with Mental Retardation (With and Without Down Syndrome). *Calcif Tissue Int.* 2000;66:176-180.
15. Suharsini M, SVD JG, Djokosalamoen S. The effect of mastication muscular tone on facial size in patients with Down syndrome. *Dent J (Majalah Kedokt Gigi).* 2006;39(4):161-164.
16. Woźniak K, Lipski M, Lichota D, Szyszka-Sommerfeld L. Muscle fatigue in the temporal and masseter muscles in patients with temporomandibular dysfunction. *Biomed Res Int.* 2015;2015:1-6.
17. Cuccia AM, Caradonna C, Caradonna D. Manual Therapy of the Mandibular Accessory Ligaments. *J Am Osteopath Assoc.* 2011;111(2):102-112.
18. Suri S, Tompson BD, Cornfoot L. Cranial base , maxillary and mandibular morphology in Down syndrome. *Angle Orthod.* 2010;80(5):861-869.
19. Aline F, Jesuino S, Valladares-neto J. Craniofacial morphological differences between Down syndrome and maxillary deficiency children. *Eur J Orthod.* 2013;35(1):124-130.
20. Mahdi AS, Al-tekrete OBT, Najm AA, Abdul F, Hadi S, Ahmed BF. Assessment of the Height of Mandibular Ramus According to Dental Status. *Int J Med Res Heal Sci.* 2018;7(5):48-51.
21. Flores-Mir C, Nebbe B, Heo G, Major PW. Longitudinal study of temporomandibular joint disc status and craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;130(3):324-330. doi:10.1016/j.ajodo.2005.01.024
22. Flores-Mir C, Akbarihamed L, Nebbe B, Heo G, Major PW. Longitudinal study on TMJ disk status and its effect on mandibular growth. *J Orthod.* 2007;34(3):194-199. doi:10.1179/146531207225022194
23. Huuonen S, Sipilä K, Haikola B, et al. Influence of edentulousness on gonial angle, ramus and condylar height. *J Oral Rehabil.* 2010;37(1):34-38.
24. Ikeda K, Kawamura A. Disc displacement and changes in condylar position. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013;42(3):11-17. doi:10.1259/dmfr/84227642
25. Oliveira AT, Monteiro AA, Camilo AA, et al. A novel method for intraoral access to the superior head of the human lateral pterygoid muscle. *Biomed Res Int.* 2014;2014(2):1-9.

26. Almeida SM, Beltrame M, Boscolo FN, Manzi FR. Estudo da articulação temporomandibular em portadores de Síndrome de Down Investigation of the temporomandibular joints in Down syndrome individuals. *Rev odonto ciênc.* 2008;23(1):15-19.
27. Jasien J, Daimon CM, Maudsley S, Shapiro BK, Martin B. Aging and Bone Health in Individuals with Developmental Disabilities. *Hindawi Publ Corp Int J Endocrinol.* 2012;2012:1-10.
28. Allam HH, Elsayyd KL, Alkhairi A. BONE MINERAL DENSITY IN CHILDREN AND ADOLESCENTS (WITH AND WITHOUT DOWN'S SYNDROME)IN KSA: A COMPARATIVE STUDY. *Int J Adv Res.* 2016;4(11):704-710.
29. Suprijanto, Azhari, Juliastuti E, Septyvergy A, Setyagar NPP. Dental panoramic image analysis for enhancement biomarker of mandibular condyle for osteoporosis early detection. *J Phys Conf Ser* 694. 2016;(May):1-5.
30. Kweon HHI, Lee JH, Youk T mi, Lee BA, Kim YT. Panoramic radiography can be an effective diagnostic tool adjunctive to oral examinations in the national health checkup program. *J Periodontal Implant Sci.* 2018;48(5):317-325.
31. Camargo AJ, Cortes ARG, Aoki EM, Baladi MG, Arita ES, Watanabe PCA. Diagnostic performance of fractal dimension and radiomorphometric indices from digital panoramic radiographs for screening low bone mineral density. *Brazilian J Oral Sci.* 2016;15(2):131-136.
32. Momjian A, Courvoisier D, Kiliaridis S, Scolozzi P. Reliability of computational measurement of the condyles on digital panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2011;40:444-450.
33. Talmaceanu D, Lenghel LM, Bolog N, et al. Imaging modalities for temporomandibular joint disorders: an update. *Med Pharm Reports.* 2018;91(3):280-287.
34. Azhari A, Sitam S, Hidajat NN, Arifin AZ, Suprijanto. The development of osteoporosis detective analysis method in trabecular condylus of menopause women using panoramic radiograph. *J Osteoporos Int.* 2016;1(2):80-84.
35. Azhari, Yudhi D, Endang J, Arifin AZ. Analisis Citra Radiografi Panoramik pada Tulang Mandibula untuk Deteksi Dini Osteoporosis dengan Metode Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM) Panoramic Radiograph Image Analysis using Cooccurrence Gray Level Matrix Method (GLCM) for Early Detection of O. Mkb. 2014;46(1):203-208.

36. Mühlberger G, Svejda M, Lottersberger C, Emshoff R, Putz R, Kuhn V. Mineralization density and apparent density in mandibular condyle bone. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2009;107(4):573-579.
37. Deitz SL, Blazek JD, Solzak JP, Roper RJ. Down Syndrome : A Complex and Interactive Genetic Disorder. In: Dey PS, ed. *Genetics and Etiology of Down Syndrome*. Intech; 2011.
38. Mohammad S, Rasool H, Mansour S. Research in Developmental Disabilities Effects of calcium and training on the development of bone density in children with Down syndrome. *Res Dev Disabil*. 2013;34(12):4304-4309.
39. Kamalakar A, Harris JR, McKelvey KD, Suva LJ. Aneuploidy and Skeletal Health. *Curr Osteoporos Rep*. 2015;12(3):376-382.
40. Weijerman M. *CONSEQUENCES OF DOWN SYNDROME FOR PATIENT AND FAMILY*. Amsterdam; 2011.
41. Care N. Dental Concerns of Children with Down ' s Syndrome - An Overview. 2017;6(3).
42. National Down Syndrome Society. What is Down Syndrome ? National Down Syndrome Society. 2019.
43. Ghosh S, Subrata Kumar Dey. Risk Factors for Down Syndrome Birth: Understanding the Causes from Genetics and Epidemiology. In: *Down Syndrome Research and Practice*. Intech; 2013.
44. Casamassimo PS, Fields HW, Mctigue DJ, Nowak AJ. *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence*. 5th ed. St.Louis: Elsevier Inc.; 2013.
45. McDonald RE, Avery DR, Dean JA. *Dentistry for the Child and Adolescent*. 8th ed. St.Louis: Mosby, Inc.; 2004.
46. Welbury R, Duggal M. *Paediatric Dentistry*. New York: Oxford University; 2005.
47. Evans-Martin FF. *Genes & Disease Down Syndrome*. Vol 4th ed. New York: Infobase Publishing; 2009.
48. Soewondo W. *Sindrom Down Ditinjau Dari Kedokteran Gigi Anak*. 1st ed. (Sasmita IS, ed.). Bandung: Drexia; 2018.
49. Soewondo W. *Pencegahan Penyakit Gigi Dan Mulut Pada Penyandang Sindrom Down*. 1st ed. (Sasmita IS, ed.). Bandung: Drexia; 2019.

50. Bordoni B, Varacallo M. Anatomy, Head and Neck, Temporomandibular Joint. StatPearls. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30860721>. Published 2019.
51. Gauer RL, Semidey MJ. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders. *Am Fam Physician*. 2015;91(6):378-386.
52. Soni V, Buch B. An assessment of the accuracy of a panoramic radiograph as compared with cone-beam tomography in TMJ imaging. *South African Dent J*. 2017;75(5):209-212.
53. Bumann A, Lotzmann U. TMJ Disorders and Orofacial Pain: The Role of Dentistry in A Multidisciplinary Diagnostic Approach (Color Atlas of Dental Medicine). 2002nd ed. (Rateitschak KH, Wolf HF, eds.). Thieme; 2002.
54. Michael Miloro, G.E. Ghali, Peter E. Larsen PDW. Principle of Oral and Maxillofacial Surgery. 2nd ed. Hamilton, London: BC Decker Inc; 2004.
55. Gordillo M. Músculos de La Masticación. 2018.
56. Berkovitz B, Holland G, Moxham B. Oral Anatomy, Histology and Embryology. 5th ed. Elsevier; 2018.
57. Elsabaa HM. Development and growth of the Mandible. *Fishman's Pulm Dis Disord*. 2008;91-114.
58. Lee SK, Kim YS, Oh HS, Yang KH, Kim EC, Chi JG. Prenatal Development of the Human Mandible. *Anat Rec*. 2001;325(February):314-325.
59. PROFFIT WR. CONTEMPORARY ORTHODONTICS. 4th ed. St.Louis: Mosby, Inc.; 1939.
60. SYMONS NB. The development of the human mandibular joint. *J Anat*. 1952;86(3):326-332.
61. Amano O, Doi T, Yamada T, et al. Meckel's cartilage : Discovery, embryology and evolution -overview of the specificity of meckel's cartilage-. *J Oral Biosci*. 2010;52(2):125-135.
62. García-hoyos M, Riancho JA, Valero C. Bone health in Down syndrome &. *Med Clínica (English Ed)*. 2017;149(2):78-82.
63. Dalili Z, Khaki N, Kia S, Salamat F. Assessing joint space and condylar position in the people with normal function of temporomandibular joint with cone-beam computed tomography. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9(5):607-612.
64. Geijer JR, Stanish HI, Draheim CC, Dengel DR. Bone Mineral Density in Adults With Down Syndrome , Intellectual Disability , and Nondisabled

Adults. 2014;119(2):107-114.

65. Parsons T, Ryan TM, Reeves RH, Richtsmeier JT. Microstructure of trabecular bone in a mouse model for down syndrome. *Anat Rec.* 2007;290(4):414-421.
66. Pinheiro DL da SA, Alves GÂ dos S, Fausto FMM, et al. Effects of electrostimulation associated with masticatory training in individuals with down syndrome. *Codas.* 2018;30(3):6-11.
67. Soboļeva U, Lauriņa L, Slaidiņa A. The masticatory system--an overview. *Stomatologija.* 2005;7(3):77-80.
68. Dahlstrom L, Lindvall A. Assessment of temporomandibular joint disease by panoramic radiography: Reliability and validity in relation to tomography. *Dentomaxillofacial Radiol.* 1996;25(4):197-201.
69. Westling L, Mattiasson A. General joint hypermobility and temporomandibular joint derangement in adolescents. *Ann Rheum Dis.* 1992;51(1):87-90.
70. Sener S. Correlation between the condyle position and intra-extraarticular clinical findings of temporomandibular dysfunction. *Eur J Dent.* 2011;5(3):354-360.
71. Tanboga I, Durhan MA, Durmus BA, Marks L. Temporomandibular disorders in young people with an intellectual disability : prevalence of signs and symptoms. *Eur J Paediatr Dent.* 2014;15(December 2015):349-353.
72. Saito ET, Akashi PMH, De Sacco ICN. Global body posture evaluation in patients with temporomandibular joint disorder. *Clinics.* 2009;64(1):35-39.
73. Amer ME, Heo MS, Brooks SL, Benavides E. Anatomical variations of trabecular bone structure in intraoral radiographs using fractal and particles count analyses. *Imaging Sci Dent.* 2012;42(1):5-12.
74. Neustadt J, Pieczenik S. Osteoporosis: Beyond bone mineral density (part II). *Integr Med.* 2008;7(6):44-48.
75. Neustadt J, Pieczenik S. Osteoporosis: Beyond bone mineral density (part I). *Integr Med.* 2008;7(6):44-48.
76. Burke ÉA, Carroll R, Dwyer MO, Walsh JB, Mccallion P. Osteoporosis and People with Down Syndrome : A Preliminary Descriptive Examination of the Intellectual Disability Supplement to the Irish Longitudinal Study on Ageing Wave 1 Results. 2018:1233-1249.
77. Unnanuntana A, Rebolledo BJ, Michael Khair M, Dicarlo EF, Lane JM.

- Diseases affecting bone quality: Beyond osteoporosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(8):2194-2206.
78. Bozdag G, Sener S. The evaluation of MCI, MI, PMI and GT on both genders with different age and dental status. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2015;44(9):1-9.
 79. Govindraju P, Kumar TSM, Chandra P, Balaji P, Sowbhagya MB. Biomarkers in Bone Disease. *Biomark Dis Method, Discov Appl.* 2015;(March 2019):1-23.
 80. Guijarro M, Valero C, Paule B, Gonzalez-Macias J, Riancho JA. Bone mass in young adults with Down syndrome. *J Intellect Disabil Res.* 2008;52(3):182-189.
 81. Dhanwal D. Thyroid disorders and bone mineral metabolism. *Indian J Endocrinol Metab.* 2011;15(6):107-112.
 82. Prasher VP. Down syndrome and thyroid disorders: a review. *Downs Syndr Res Pract.* 1999;6(1):25-42.
 83. Jagur O, Kull M, Leibur E, et al. Relationship between radiographic changes in the temporomandibular joint and bone mineral density: a population based study. *Stomatologija.* 2011;13(2):42-48.
 84. Almeida M, O'Brien CA. Basic biology of skeletal aging: Role of stress response pathways. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2013;68(10):1197-1208. doi:10.1093/gerona/glt079
 85. Myreliid Å. Down Syndrome: Growth and Endocrine impact. 2009.
 86. Castells S, Beaulieu I, Torrado C, Wisniewski K, Zarny S, Gelato M. Hypothalamic vs Pituitary in DS growth.pdf. *J Intellect Disabil Res.* 1996;40(6):509-517.
 87. Ragusa L, Protob C, Alberti A, Romano C, Rossodivita A, Colabucci F. IGF-1 LEVELS IN DOWN SYNDROME. *Down Syndr Res Pract.* 1998;5(3):123-125.
 88. ANNEREN G, V R SARA, K HALL, T TUVEMO. Growth and somatomedin responses to growth hormone in Down's syndrome. *Arch Dis Child.* 1986;61(1):48-52.
 89. Myreliid Å, Frisk P, Stridsberg M, Annerén G, Gustafsson J. Normal growth hormone secretion in overweight young adults with Down syndrome. *Growth Horm IGF Res.* 2010;20(2):174-178.
 90. Baptista F, Varela A, Sardinha LB. Bone mineral mass in males and females

with and without Down syndrome. *Osteoporos Int.* 2005;16(4):380-388.

91. Looker AC, Melton LJ, Harris T, Borrud L, Shepherd J, McGowan J. Age, gender, and race/ethnic differences in total body and subregional bone density. *Osteoporos Int.* 2009;20(7):1141-1149.
92. Angelopoulou N, Souftas V, Sakadamis A, Mandroukas K. Bone mineral density in adults with Down ' s syndrome. *Europea Radiol.* 1999;9:648-651.
93. Höybye C, Hilding A, Jacobsson H, Thorén M. Metabolic profile and body composition in adults with Prader-Willi syndrome and severe obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002;87(8):3590-3597.
94. Tümer Z, Henriksen AM, Bache I, et al. Eponymous Jacobsen syndrome: Mapping the breakpoints of the original family suggests an association between the distal 1.1 Mb of chromosome 21 and osteoporosis in Down syndrome [3]. *Am J Med Genet.* 2005;135 A(3):339-341.
95. Loro ML, Sayre J, Roe TF, Goran MI, Kaufman FR, Gilsanz V. Early identification of children predisposed to low peak bone mass and osteoporosis later in life. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000;85(10):3908-3918.
96. Cadore EL, Brentano MA, Kruel LFM. Effects of the physical activity on the bone mineral density and bone remodeling. *Rev Bras Med do Esporte.* 2005;11(6):373-379.
97. Carter MI, Hinton PS. Physical Activity and Bone Health. *Mo Med.* 2014;111(1):59-64.
98. Ocarino NDM, Serakides R. Effect of the physical activity on normal bone and on the osteoporosis prevention and treatment. *Rev Bras Med do Esporte.* 2006;12(3):164-168.
99. Whaites E, Drage N. *Essentials of Dental Radiography and Radiology.* 5th ed. Toronto; 2013.
100. Choi JW. Assessment of panoramic radiography as a national oral examination tool: Review of the literature. *Imaging Sci Dent.* 2011;41(1):1-6.
101. Nunes R, Lara Y, Crivelaro G. Common positioning errors in panoramic radiography: A review. *Imaging Sci Dent.* 2014;44(1):1-6.
102. White SC, Pharoah M. . *Oral Radiology and Interpretation.* 7th ed. St.Louis: Elsevier; 2005.
103. Suomalainen A, Pakbaznejad Esmaeili E, Robinson S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights Imaging.*

2015;6(1):1-16.

104. Taguchi A, Tsuda ÅEM, Ohtsuka ÅEM. Use of dental panoramic radiographs in identifying younger postmenopausal women with osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2006;17(June):387-394.
105. Dhillon M, Raju SM, Verma S, et al. Positioning errors and quality assessment in panoramic radiography. *Imaging Sci Dent*. 2012;42(4):207-212.
106. Iannucci JM, Howerton LJ en. *DENTAL RADIOGRAPHY Principles and Techniques*. 5th ed. Missouri: Elsevier Inc.; 2017.
107. Diwakar NR, Kamakshi SS. Recent advancements in dental digital radiography. *J Med Radiol Pathol Surg*. 2016;1:11-16.
108. Parks ET, Williamson GF. Digital Radiography: An Overview. *J Contemp Dent Pract*. 2002;3(4):23-39.
109. Lewis EL, Dolwick MF, Abramowicz S, Reeder SL. Contemporary Imaging of the Temporomandibular Joint. *Dent Clin North Am*. 2008;52(4):875-890.
110. Christopher P, Watanabe A, Farman A, et al. Radiographic Signals Detection of Systemic Disease . *Int J Morphol*. 2008;26(4):915-926.
111. Bajoria A, Babshet M, Patil P. Bone Mineral Density Measurement of The Jaws – a Reviewmolar. *J Investig Dent*. 2014;1(1):1-8.
112. Ferreira T, Rasband W. ImageJ User Guide User Guide ImageJ. *Image J user Guid*. 2012;1.46r.
113. Myrelid Å. Current Knowledge on Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factors and their Role in the Central Nervous System: Growth Hormone in Down Syndrome. *Open Endocrinol J*. 2012;6(1):103-109.
114. Giustina A, Mazziotti G, Canalis E. Growth hormone, insulin-like growth factors, and the skeleton. *Endocr Rev*. 2008;29(5):535-559.
115. Locatelli V, Bianchi VE. Effect of GH / IGF-1 on Bone Metabolism and Osteoporsosis. *Int J Endocrinol*. 2014;2014:1-25.
116. Barreca A. Assessment of growth hormone insulin like growth factor-I axis in Down's syndrome. *J Endocrinol Invest*. 1994;17(6):431-436.
117. Gregorio I, Braghetta P, Bonaldo P, Cescon M. Collagen VI in healthy and diseased nervous system. *Dis Model Mech*. 2018;11(6):dmm032946.
118. Lampe AK, Bushby KMD. Collagen VI-related muscle disorders. *Brain and*

Nerve. 2005;42:673-685.

119. Foley C, Killeen OG. Musculoskeletal anomalies in children with Down syndrome: An observational study. *Arch Dis Child*. 2019;104(5):482-487.
120. Felício CM de, Melchior M de O, Silva MAMR da, Celeghini RM dos S. Desempenho mastigatório em adultos relacionado com a desordem temporomandibular e com a oclusão. *Pró-Fono Rev Atualização Científica*. 2007;19(2):151-158.
121. Pasinato F, Souza JA. Application of Diagnostic Criteria. *Phys Ther*. 2011;77(4):418-425.
122. Voermans NC, Hamel B, Engelen BG Van. Joint hypermobility as a distinctive feature in the differential diagnosis of myopathies. *J Neurol*. 2009;256(March):13-27.
123. Nosouhian S, Haghighat A, Mohammadi I, Shadmehr E, Davoudi A, Badrian H. Temporomandibular Joint Hypermobility Manifestation Based on Clinical Observations. *J Int oral Heal JIOH*. 2015;7(8):1-4.
124. Geiger M, Blem G, Ludwig A. Evaluation of ImageJ for Relative Bone Density Measurement and Clinical Application. *J Oral Heal Craniofacial Sci*. 2016;1(1):012-021.
125. Hwang JJ, Lee JH, Han SS, et al. Strut analysis for osteoporosis detection model using dental panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017;46(7).
126. Al-Koshab M, Nambiar P, John J. Assessment of condyle and glenoid fossa morphology using CBCT in south-east Asians. *PLoS One*. 2015;10(3):1-11.
127. Rakosi T. *An Atlas and Manual of Cefalometric Radiography*. Wolfe Medical Publications; 1982.
128. Srineeraja P. Determination of angle of mandible from mandibular bones and orthopantomograph. *J Pharm Sci Res*. 2015;7(8):579-581.
129. Upadhyay R, Upadhyay J, Agrawal P, Rao N. Analysis of gonial angle in relation to age, gender, and dentition status by radiological and anthropometric methods. *J Forensic Dent Sci*. 2012;4(1):29-33.
130. Gupta S, Jain S. Orthopantomographic Analysis for Assessment of Mandibular Asymmetry. *J Indian Orthod Soc*. 2012;46(1):33-37.
131. Krisjane Z, Urtane I, Krumina G, Zepa K. Three-dimensional evaluation of TMJ parameters in Class II and Class III patients. *Stomatologija*. 2009;11(1):32-36.

132. Rahmayani L, Kurnikasari E, Rikmasari R. The description of condyle position in disc displacement with reduction using Cone Beam Computed Tomography 3D radiographic analysis. *Padjadjaran J Dent.* 2009;21(2):88-95.
133. Cohlmlia JT, Ghosh J, Sinha PK. Tomographic Assessment Temporomandibular Joint in patients with malocclusion. *Angle Orthod.* 1996;66(1):27-36.
134. Seren E, Akan H, Toller MO, Akyar S. An evaluation of the condylar position of the temporomandibular joint by computerized tomography in Class III malocclusions: A preliminary study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1994;105(5):483-488.
135. BAKKE M, MIGHLER L. Temporalis and masseter muscle activity in patients with anterior open bite and craniomandibular disorders. *Eur J Oral Sci.* 1991;99(3):219-228.
136. Miyawaki S, Araki Y, Tanimoto Y, et al. Occlusal force and condylar motion in patients with anterior open bite. *J Dent Res.* 2005;84(2):133-137.
137. Agüero-Gonzales A, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Casajús JA. Bone mass in male and female children and adolescents with Down syndrome. *Osteoporos Int.* 2010;22:2151-2157.
138. Nordström P, Nordström G, Thorsen K, Lorentzon R. Local bone mineral density, muscle strength, and exercise in adolescent boys: A comparative study of two groups with different muscle strength and exercise levels. *Calcif Tissue Int.* 1996;58(6):402-408.
139. Van Eijden TMGJ, Van Ruijven LJ, Giesen EBW. Bone tissue stiffness in the mandibular condyle is dependent on the direction and density of the cancellous structure. *Calcif Tissue Int.* 2004;75(6):502-508.
140. Hobbs CA, Sherman SL, Yi P, et al. Polymorphisms in genes involved in folate metabolism as maternal risk factors for Down syndrome in China. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2008;9(2):93-99.
141. Kiliaridis S, Mejersjö C, Thilander B. Muscle function and craniofacial morphology: A clinical study in patients with myotonic dystrophy. *Eur J Orthod.* 1989;11(2):131-138.
142. Saini V, Srivastava R, Rai RK, Shamal SN, Singh TB, Tripathi SK. Mandibular Ramus: An Indicator for Sex in Fragmentary Mandible. *J Forensic Sci.* 2011;56(SUPPL. 1).
143. Fischer-Brandies H. Cephalometric comparison between children with and without down's syndrome. *Eur J Orthod.* 1988;10(1):255-263.

144. Allareddy V, Ching N, Macklin EA, et al. Craniofacial features as assessed by lateral cephalometric measurements in children with Down syndrome. *Prog Orthod.* 2016.
145. Enomoto A, Watahiki J, Yamaguchi T, Irie T, Tachikawa T, Maki K. Effects of mastication on mandibular growth evaluated by microcomputed tomography. *Eur J Orthod.* 2010;32(1):66-70.
146. Boskey AL, Coleman R. Critical reviews in oral biology & medicine: Aging and bone. *J Dent Res.* 2010;89(12):1333-1348.
147. Kufley S, Scott JE, Ramirez-Yanez G. The effect of the physical consistency of the diet on the bone quality of the mandibular condyle in rats. *Arch Oral Biol.* 2017;77:23-26.
148. da Costa JM, Ribeiro R, Gonzalez T de O, et al. Association between temporomandibular disorder and bruxism among children aged 5 to 11 years. *Clin Exp Med Lett.* 2012;53(1-2):33-36.

RIWAYAT PENULIS



Data Pribadi

Nama Lengkap : Novi Kurniati, drg.
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat Tanggal Lahir : Jakarta, 3 November 1985
Agama : Islam
Pekerjaan : Dokter Gigi

Riwayat Pendidikan

1. Sekolah Dasar Triguna, Jakarta (1991-1997)
2. Sekolah Menengah Pertama Negeri 11 Jakarta (1997-2000)
3. Sekolah Menengah Atas Negeri 82 Jakarta (2000-2003)
4. Program S1 dan Profesi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prof. DR. Moestopo (beragama) Jakarta (2003-2011)
5. Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Radiologi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran Bandung (2017-sekarang)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penugasan Karya Ilmiah Akhir



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
Jln. Raya Bandung - Sumedang K.M. 21, Jatinangor 45363 Telp. (022) 7794120 Faks (022) 7794121
Jln. Sekeloa Selatan I Bandung 40132 Telp. (022) 2504985 Faks (022) 2532805
e-mail : fkkg@unpad.ac.id – Home Page: <http://fkkg/unpad.ac.id>

SURAT PENUGASAN KARYA ILMIAH AKHIR

Nomor : 5863 /UN.FI/DK/2019

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran, dengan ini memberi tugas kepada:

Nama : drg. Ria N Firman, M.Kes.,Sp.RKG(K)
NIP : 19560520 198403 2 001
Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda/(Gol.IV/c)
Jabatan : Lektor Kepala
Untuk menjadi Pembimbing Utama

Nama : drg. Farina Pramanik.MM.,Sp.RKG(K)
NIP : 19850626201012 2001
Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda/(Gol.IV/c)
Jabatan : Lektor
Untuk menjadi Pembimbing Pendamping I

Nama : Prof.Dr. drg. Hj. Williyanti Suwondo, Sp.KGA (K)
NIP : 19541218 198002 2 001
Jabatan : Guru Besar
Untuk menjadi Pembimbing Pendamping II

Dalam Penulisan Karya Ilmiah Akhir (KIA) Mahasiswa Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran, atas nama :

Nama : Novi Kurniati, drg
NPM : 160821170004
Program Studi : Radiologi Kedokteran Gigi
Semester : IV (Empat)
Judul : "Analisis radiograf panoramik mengenai posisi dan densitas kepalakondilus pada pasien sindrom down"

Tugas ini agar dilaksanakan dengan rasa tanggung jawab.

Bandung, 9 Agustus 2019
a.n Dekan
Wakil Dekan,



Prof. Dr. drg. Achmad Syawqie, MS
NIP. 19520603 198002 1 001

Tembusan :

Lampiran 2. Surat Persetujuan Komisi Etik



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN
KOMISI ETIK PENELITIAN
RESEARCH ETHICS COMMITTEE

Jl. Prof. Eyckman No. 38 Bandung 40161
Telp. & Fax. 022-2038697 email: kepik.fk.unpad@gmail.com, website: kepik.fk.unpad.ac.id

No. Reg.: 0319091286

PEMBEBASAN ETIK
ETHICAL EXEMPTION

Nomor: 1196 /UN6.KEP/EC/2019

Komisi Etik Penelitian Universitas Padjadjaran Bandung, dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subjek penelitian serta menjamin bahwa penelitian yang menggunakan formulir survei/registrasi/surveilans/epidemiologi/humaniora/sosial Budaya/Bahan Biologi Tersimpan/Sel Punca dan non klinis lainnya berjalan dengan memperhatikan implikasi etik, hukum, sosial dan non klinis lainnya yang berlaku, telah mengkaji dengan teliti proposal penelitian berjudul:

The Research Ethics Committee Universitas Padjadjaran Bandung, in order to protect the rights and welfare of the research subject, and to guaranty that the research using survey questionnaire/registry/surveillance/epidemiology/humaniora/social-cultural/archived biological materials/stem cell/other non clinical materials, will carried out according to ethical, legal, social implications and other applicable regulations, has been thoroughly reviewed the proposal entitled:

"ANALISIS POSISI DAN DENSITAS KEPALA KONDILUS, SUDUT GONIAL DAN TINGGI RAMUS MANDIBULA PADA PASIEN SINDROM DOWN DITINJAU DARI RADIOGRAFI PANORAMIK"

Nama Peneliti Utama : Novi Kumiati
Principal Researcher

Pembimbing/Peneliti Lain : Ria N. Firman, drg., M.H. Kes., Sp.RKG(K).
Supervisor/Other Researcher Farina Pramanik, drg., M.M., Sp.RKG(K).
Prof. Dr. Willyanti Soewondo, drg., Sp.KGA(K).

Nama Institusi : Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Institution Program Studi Radiologi Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran

proposal tersebut dapat dibebaskan pelaksanaannya.
hereby declare that the proposal is exempted.



Ditetapkan di : Bandung
Issued in
Tanggal : 26-09-2019
Date



Sekretaris
Secretary:
Nur Atik, dr. M.Kes., PhD
NIP. 19811010 200801 1 019

Keterangan/notes:

Persetujuan etik ini berlaku selama satu tahun sejak tanggal ditetapkan.
This ethical clearance is effective for one year from the due date.

Pada akhir penelitian, laporan pelaksanaan penelitian harus diserahkan ke Komisi Etik Penelitian.

In the end of the research, progress and final summary report should be submitted to the Research Ethics Committee.

Jika ada perubahan atau penyimpangan protokol dan/atau perpanjangan penelitian, harus mengajukan kembali permohonan kajian etik penelitian.

If there be any protocol modification or deviation and/or extension of the study, the Principal Investigator is required to resubmit the protocol for approval.

Jika ada kejadian serius yang tidak diinginkan (KTD) harus segera dilaporkan ke Komisi Etik Penelitian.

If there are Serious Adverse Events (SAE) should be immediately reported to the Research Ethics Committee.

Lampiran 3. Permohonan Persetujuan Etik



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
 Jln. Raya Bandung - Sumedang KM. 21, Jatinangor 45363 Telp. (022) 7794120 Faks (022) 7794121
 Jln. Sekeloa Selatan I Bandung 40132 Telp. (022) 2504985 Faks (022) 2532805
 e-mail : fkg@unpad.ac.id - Home Page: http://fkg/unpad.ac.id

Nomor : 6331 / UN6.F1/ TU/2019
 Lampiran : --
 Hal : Permohonan Persetujuan Etik

23 Agustus 2019

Yth. Ketua Komite Etik Penelitian
 Universitas Padjadjaran

Sehubungan dengan rencana penelitian yang akan dilaksanakan, oleh :

Nama : Novi Kurniati, drg
 NPM : 160821170004
 Program Studi : Radiologi Kedokteran Gigi
 Judul : "Analisis Posisi dan Densitas Kepala Kondilus, Sudut Gonial dan Tinggi Ramus Mandibula pada Pasien Sindrom Down Ditinjau dari Radiograf Panoramik"
 Pembimbing Utama : drg. Ria N. Firman., M.H.Kes., Sp.RKG(K)S
 Pembimbing Pendamping : drg. Farina Pramanik, M.M., Sp.RKG(K)
 Prof. Dr. Willyanti Suwondo, drg., Sp.KGA(K)

maka bersama ini kami mengajukan permohonan persetujuan etik sebagai salah satu syarat agar penelitian tersebut dapat dilaksanakan.

Demikian, atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami ucapkan terima kasih.

a.n. Dekan
 Wakil Dekan,


 Prof. Dr. drg. Achmad Syawqie, MS.
 NIP. 19591207 198810 1 0014

Tembusan :

1. Yth. Dekan FKG Unpad (sebagai laporan)

Lampiran 4. Hasil Ukur Pasien DS

Posisi Kepala Kondilus

No	Kode	Kelamin	Usia	Pasien DS					
				Kanan			Kiri		
				A	S	P	A	S	P
1	MP	L	7	2.04	2.391	1.632	1.857	2.272	1.512
2	AL	L	7	0.984	2.34	2.949	1.634	3.411	2.93
3	FF	L	7	1.298	2.854	2.664	1.219	2.452	2.329
4	FK	L	8	1.398	2.846	3.112	1.577	3.191	3.352
5	NN	P	7	2.088	2.543	2.781	1.376	2.272	2.113
6	TK	P	7	1.112	3.7	3.31	1.398	3.123	2.329
7	VN	P	8	1.112	1.551	1.556	0.786	4.917	5.312
8	ZZ	P	8	1.61	2.341	1.232	1.15	2.154	1.738
9	AZ	L	7	1.398	2.397	2.364	1.292	2.067	2.286
10	SS	L	8	1.096	2.067	2.539	0.775	3.774	3.335
11	FM	L	10	1.232	2.842	2.525	3.23	4.481	3.403
12	MR	L	9	1.219	3.322	3.21	1.561	3.382	3.657
13	BG	L	9	1.098	2.2	2.2	1.292	1.943	2.103
14	DB	L	10	1.044	2.272	2.511	0.856	2.677	2.932
15	RR	L	11	1.018	1.476	1.798	1.793	1.743	1.71
16	AD	L	10	1.712	2.005	1.421	1.476	2.892	3.967
17	AI	P	12	1.559	1.818	2.268	1.89	2.421	2.088
18	AR	L	12	1.009	2.383	2.286	1.191	1.226	2.018
19	SN	L	13	1.264	3.947	3.949	1.23	3.587	4.006
20	AI	L	14	1.088	2.475	2.82	1.337	2.807	2.568
21	AG	L	15	3.054	3.211	2.088	1.61	1.738	2.088

Densitas Kepala Kondilus

No	KODE	JENIS KELAMIN	UMUR	PASIEN DS	
				Densitas Kanan (%)	Densitas Kiri (%)
1	MP	L	7	10.051	7.971
2	AL	L	7	16.484	4.664
3	FF	L	7	5.022	9.583
4	FK	L	8	8.815	8.845
5	NN	P	7	11.994	9.556
6	TK	P	7	14.633	6.951
7	VN	P	8	15.645	11.136
8	ZZ	P	8	8.385	6.805
9	AZ	L	7	6.338	9.971
10	SS	L	8	7.543	10.269
11	FM	L	10	8.115	10.814

12	MR	L	9	14.408	11.001
13	BG	L	9	9.385	13.306
14	DB	L	10	12.157	13.72
15	RR	L	11	10.846	8.032
16	AD	L	10	11.388	7.785
17	AI	P	12	8.149	11.932
18	AR	L	12	9.708	13.181
19	SN	L	13	10.509	8.915
20	AI	L	14	7.018	5.96
21	AG	L	15	8.583	8.437

Sudut Gonial dan Tinggi Ramus

No	Kode Pasien	Jenis Kelamin	Usia	Pasien DS			
				Sudut Gonial (derajat)		Tinggi Ramus (mm)	
				Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
1	MP	L	7	122.177	128.422	30.681	28.534
2	AL	L	7	132.73	134.364	26.628	26.323
3	FF	L	7	134.66	129.298	29.225	28.004
4	FK	L	8	136.002	130.529	29.446	27.786
5	NN	P	7	121.925	124.24	31.537	29.695
6	TK	P	7	128.764	130.606	26.768	26.785
7	VN	P	8	134.713	114.78	25.848	25.735
8	ZZ	P	8	133.829	135.11	30.802	31.202
9	AZ	L	7	121.112	121.686	29.806	30.245
10	SS	L	8	104.682	100.255	28.109	28.078
11	FM	L	10	126.55	136.423	31.704	32.698
12	MR	L	9	124.878	134.201	28.174	27.418
13	BG	L	9	123.194	112.354	31.014	30.049
14	DB	L	10	111.308	121.482	31.957	33.583
15	RR	L	11	118.378	116.482	35.164	33.695
16	AD	L	10	126.028	127.845	27.654	28.568
17	AI	P	12	115.659	115.887	32.57	31.994
18	AR	L	12	126.574	127.74	34.017	33.891
19	SN	L	13	130.967	125.229	34.079	33.989
20	AI	L	14	117.429	110.543	37.572	35.562
21	AG	L	15	122.735	124.29	34.523	32.197

Lampiran 5. Hasil Ukur Pasien Normal

No	Kode	Kelamin	Umur	Pasien normal					
				Kanan			Kiri		
				A	S	P	A	S	P
1	MZ	L	7	2.075	2.543	2.225	1.818	2.334	2.743
2	PA	L	8	1.61	2.807	2.97	1.9	2.54	2.268
3	RM	L	8	2.036	2.554	2.944	1.783	2.536	3.118
4	MF	L	8	1.316	3.426	2.932	1.196	2.673	2.595
5	FD	P	8	1.738	2.756	4.319	1.783	3.416	3.374
6	UM	P	8	1.598	4.413	2.121	1.836	2.575	2.747
7	MA	P	8	1.632	2.687	1.857	1.446	2.687	2.3
8	RT	P	8	1.685	2.584	1.473	1.758	2.458	2.103
9	FI	L	8	1.3	1.758	3.964	1.8	1.94	2.558
10	YM	P	9	2.036	2.726	2.707	1.758	3.051	3.828
11	ML	L	10	1.542	3.678	3.509	1.546	3.074	3.219
12	AK	L	10	1.376	2.113	2.192	1.793	2.885	2.155
13	CI	L	10	1.738	4.413	4.459	1.604	4.786	5.163
14	DD	L	10	1.292	2.329	2.119	1.096	1.881	1.795
15	DR	L	11	1.15	1.818	1.421	1.256	2.439	1.987
16	RY	L	11	1.701	2.941	2.554	1.857	3.611	2.743
17	HA	P	12	1.421	1.743	2.276	2.41	2.009	1.712
18	FH	L	12	1.323	2.554	1.376	1.232	2	2.653
19	IST	P	13	0.845	5.206	4.724	0.813	4.176	4.227
20	AZ	L	14	1.743	4.126	4.129	1.337	2.344	2.134
21	TA	P	15	0.682	6.636	6.015	1.044	6.231	5.969

Densitas Kepala Kondilus

No	KODE	JENIS KELAMIN	UMUR	PASIEN NORMAL	
				Densitas Kanan (%)	Densitas Kiri (%)
1	MZ	L	7	9.838	9.6
2	PA	L	8	10.117	11.746
3	RM	L	8	10.911	13.73
4	MF	L	8	15.46	21.57
5	FD	P	8	14.581	13.91
6	UM	P	8	11.957	11.938
7	MA	P	8	9.383	5.559
8	RT	P	8	20.344	17.083
9	FI	L	8	10.409	11.853
10	YM	P	9	9.783	15.58
11	ML	L	10	9.53	9.882
12	AK	L	10	13.012	10.502
13	CI	L	10	12.76	11.85

14	DD	L	10	13.325	8.329
15	DR	L	11	17.671	14.242
16	RY	L	11	9.896	10.374
17	HA	P	12	14.646	15.345
18	FH	L	12	9.602	12.943
19	IST	P	13	9.147	13.378
20	AZ	L	14	11.32	8.054
21	TA	P	15	11.715	11.111

Sudut Gonial dan Tinggi Ramus

No	Kode Pasien	Jenis Kelamin	Usia	Pasien Normal			
				Sudut Gonial (derajat)		Tinggi Ramus (mm)	
				Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
1	MZ	L	7	124.514	123.046	34.986	32.902
2	PA	L	8	125.637	124.994	31.91	31.67
3	RM	L	8	121.661	121.924	31.007	32.591
4	MF	L	8	122.281	118.56	34.634	34.603
5	FD	P	8	122.638	125.831	31.727	30.971
6	UM	P	8	128.186	132.635	29.339	28.522
7	MA	P	8	134.511	136.691	31.323	30.854
8	RT	P	8	128.898	128.297	30.254	28.958
9	FI	L	8	134.507	131.027	31.825	32.712
10	YM	P	9	126.623	125.387	30.694	33.781
11	ML	L	10	117.045	119.138	36.898	37.222
12	AK	L	10	128.576	132.659	30.359	30.884
13	CI	L	10	117.751	122.615	30.219	29.584
14	DD	L	10	116.815	123.906	34.367	35.529
15	DR	L	11	117.131	124.625	32.348	34.518
16	RY	L	11	123.001	117.542	35.623	35.006
17	HA	P	12	128.178	131.649	31.96	33.444
18	FH	L	12	121.908	124.192	37.819	34.694
19	IST	P	13	126.593	125.966	35.073	34.676
20	AZ	L	14	131.959	123.02	41.451	41.399
21	TA	P	15	120.046	119.84	40.618	41.485

Lampiran 6. Data Uji Normalitas

Variabel	Kelompok	Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	p-value
Sudut Gonial Kanan	Pasien Down Syndrome	,956	21	,441
	Pasien Normal	,951	21	,358
Sudut Gonial Kiri	Pasien Down Syndrome	,940	21	,218
	Pasien Normal	,951	21	,358
Tinggi Ramus Kanan	Pasien Down Syndrome	,976	21	,867
	Pasien Normal	,892	21	,025
Tinggi Ramus Kiri	Pasien Down Syndrome	,949	21	,328
	Pasien Normal	,922	21	,094
Anterior Kanan	Pasien Down Syndrome	,759	21	,000
	Pasien Normal	,949	21	,332
Superior Kanan	Pasien Down Syndrome	,955	21	,419
	Pasien Normal	,868	21	,009
Posterior Kanan	Pasien Down Syndrome	,984	21	,970
	Pasien Normal	,931	21	,144
Anterior Kiri	Pasien Down Syndrome	,822	21	,001
	Pasien Normal	,937	21	,190
Superior Kiri	Pasien Down Syndrome	,968	21	,681
	Pasien Normal	,809	21	,001
Posterior Kiri	Pasien Down Syndrome	,911	21	,057
	Pasien Normal	,849	21	,004
Densitas Kanan	Pasien Down Syndrome	,959	21	,496
	Pasien Normal	,861	21	,007
Densitas Kiri	Pasien Down Syndrome	,982	21	,949
	Pasien Normal	,968	21	,693

*)shapiro wilk test