

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sendi temporomandibular (TMJ) adalah sendi kompleks yang menghubungkan mandibula ke tengkorak, terbentuk dari dua tulang yaitu temporal dan mandibula. (Virlan et al., 2021) Fungsi utama TMJ adalah menunjang proses pengunyahan dengan memungkinkan mandibula bergerak secara vertikal maupun lateral, serta berperan penting dalam aktivitas berbicara dan ekspresi wajah. Kondilus mandibula sendiri berfungsi menjaga stabilitas, integritas, dan keseimbangan fungsional TMJ agar mekanisme pergerakan rahang tetap harmonis. (Vazegh Z et al., 2023, Wilkie G et al., 2022). Permukaan kranial TMJ dibentuk oleh fosa glenoidalis tulang temporal, dengan batas anterior berupa eminensia artikularis yang kemiringannya bervariasi antar individu (Bordoni et al., 2021; Chiang et al., 2015). Fosa ini membentuk bagian atas TMJ bersama diskus artikular, kondilus, kapsul, dan ligamen (Ma J et al., 2021). Kondilus mandibula merupakan struktur berbentuk elipsoid yang berhubungan dengan ramus mandibula melalui sebuah leher yang relatif sempit. (White, S.C. et al., 2014). Eminensia artikularis sendiri adalah tonjolan tulang di batas anterior fosa yang mengatur translasi kondilus saat membuka mulut. Kemiringan dan ketinggian eminensia artikularis mempengaruhi komponen rotasi translasi kompleks kondilus diskus dan bervariasi secara individual. (Bordoni et al., 2023; Ma J et al., 2021; Virlan et al., 2021; Fan et al., 2020; Camacho-Álvarez et al., 2024).

Gangguan temporomandibular (TMD) merupakan kelainan yang melibatkan aspek struktural maupun fungsional yang dapat memengaruhi TMJ, otot-otot pengunyahan atau keduanya secara bersamaan. (Chiang et al., 2015) TMD melibatkan patologi kompleks pada struktur TMJ, termasuk kondilus mandibula dengan perubahan morfologi yang dapat memengaruhi keseimbangan dan fungsi sendi, serta memperburuk kondisi TMD. (Kim TH et al., 2022) Oleh karena itu, pemeriksaan paraklinis diperlukan untuk mengevaluasi pengaruh morfologi TMJ dan menilai variasi morfologi kondilus. (Daneshmehr et al., 2022) Etiologi TMD berkaitan dengan morfologi dan fungsi TMJ, khususnya eminensia artikularis dan fosa glenoidalis. Asimetri struktur ini, seperti perbedaan volume fossa atau sudut eminensia, dapat memengaruhi pergerakan kondilus dan berkontribusi pada TMD (Oo LT et al., 2022). Kemiringan yang curam pada eminensia artikularis dapat memengaruhi pergerakan diskus dan kondilus mandibula, meningkatkan risiko

(et al., 2020) Gejala TMD dapat mencakup rasa tidak nyaman orofasial, mobilitas TMJ terbatas, kesulitan berbicara dan an, tinitus dan bunyi klik atau lompatan saat mengunyah, itup mulut. (Warzocha J et al., 2022).

menemukan bahwa kemiringan eminensia artikularis yang dengan dislokasi diskus anterior, sedangkan kemiringan yang



landai terkait osteofit atau erosi (Yamada et al., 2004). Hubungan morfologi TMJ dan TMD masih diperdebatkan; beberapa studi menyebut kemiringan eminensia artikularis yang curam sebagai faktor risiko, namun hasil lain menunjukkan sebaliknya. (Fan et al., 2020). Sedangkan perubahan morfologi kondilus mandibula, seperti erosi dan sklerosis yang memengaruhi fungsi sendi sehingga dapat menyebabkan terjadinya TMD. (Almpani K et al., 2023).

Prevalensi TMD secara global diperkirakan mencapai sekitar 34%, dengan kelompok usia 18–60 tahun sebagai yang paling banyak terpengaruh (Zieliński G et al., 2024). Pada anak-anak dan remaja, prevalensinya sekitar 11% (Valesan L.F et al., 2021). Di Indonesia, data prevalensi TMD masih terbatas. Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa TMD merupakan salah satu penyebab utama nyeri orofasial dan menjadi alasan umum kunjungan ke dokter gigi (Marpaung C et al., 2018; Hasanah M et al., 2023). Shahidi S et al., (2018) juga melaporkan adanya perubahan morfologi kondilus mandibula pada pasien asimtomatik hingga 86,7% pada populasi berusia 15–34 tahun. Analisis morfologi kondilus pada pasien asimtomatik penting untuk deteksi dini risiko TMD, karena deformitas struktur kondilus dapat menjadi prediktor signifikan terjadinya TMD (Salehi P et al., 2018; Li C et al., 2023; Shaikh A.H et al., 2022). Penelitian dengan menggunakan Cone Beam Computed Tomography (CBCT) ditemukan bahwa pembentukan tulang kortikal pada kondilus mandibula selesai pada usia 22 tahun pada perempuan dan 24 tahun pada laki-laki (Seo Y.S et al., 2022).

CBCT memungkinkan rekonstruksi multiplanar beresolusi tinggi pada struktur tulang TMJ, dengan dosis radiasi lebih rendah dan tanpa superimposisi, sehingga efektif untuk menilai perubahan morfologi seperti erosi, osteofit, dan degenerasi (Talmaceanu D et al., 2018). Keunggulan CBCT tidak hanya terletak pada kemampuannya untuk memberikan gambaran yang lebih akurat, tetapi juga pada kenyamanan dan efisiensinya dalam mendapatkan data yang dibutuhkan (Talmaceanu D et al., 2018; Chiang et al., 2015; Khanal et al., 2020; Jawahar et al., 2019).

Penelitian ini untuk melihat apakah ada perubahan pada jaringan keras pada TMJ yakni inklinasi dan tinggi eminensia artikularis dan panjang dan lebar kondilus pada pasien TMD dan kontrol dengan menggunakan CBCT. Sehingga penerapan CBCT dapat di perluas dalam diagnosis dan penanganan gangguan TMJ.

1.2 Teori

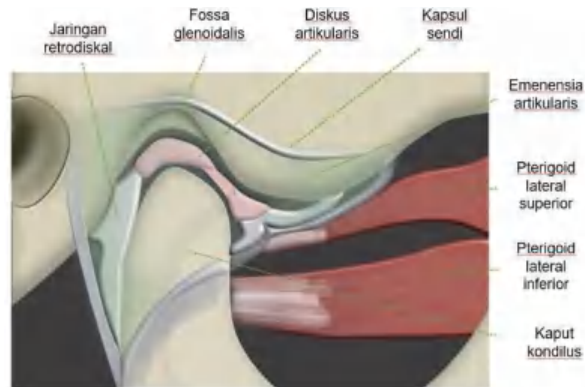
1.2.1 Struktur TMJ Dan Hubungannya Dengan TMD



Optimized using
trial version
www.balesio.com

an sendi sinovial yang kompleks, tersusun atas komponen artilaginosa, ligamen, dan otot pengunyahan. Diskus tersebut ada dua ruang sinovial yang memungkinkan terjadinya gerakan isi, sekaligus memberikan ketahanan terhadap tekanan melalui (Iturriaga V et al., 2023; Roberts WE et al., 2020). Kondilus uk bagian inferior sendi, sedangkan bagian superior dibentuk

oleh fossa glenoidalis dan eminensia artikularis. Struktur rongga mulut beserta otot-otot pengunyahan berperan dalam mengatur posisi dan fungsi TMJ, sekaligus mendukung pergerakan rahang serta mendistribusikan tekanan selama aktivitas seperti mengunyah, menelan, dan berbicara. (Ahmed j et al., 2021; Erzurumlu E et al., 2020).



Gambar 1 Anatomi TMJ (tampilan lateral)

Sumber: Clarke P, et al. Temporomandibular disorders. Part 1: Anatomy, Aetiology, Diagnosis and Classification. 2022.

TMD melibatkan kondisi yang mempengaruhi struktur TMJ dan otot pengunyahan. Temuan penting terkait TMD antara lain:

- Perforasi dan dislokasi anterior diskus yang meningkatkan stres pada TMJ (Gao W et al., 2023).
- Peran otot pterygoid lateral yang dapat menyebabkan nyeri dan disfungsi TMJ (Butts R et al., 2017).
- Perubahan morfologi kondilus mandibula seperti erosi dan sklerosis, yang memengaruhi fungsi sendi (Almpani K et al., 2023).
- Perubahan kemiringan eminensia artikularis dan dislokasi anterior, serta hubungan morfologi fosa-eminensia (Huang Y et al., 2024; Oliveira DF et al., 2024; Iturriaga et al., 2023; Yamada K et al., 2004).

Ruang sendi TMJ secara normal berukuran sekitar 1,5 mm di bagian anterior dan posterior, serta 2,5 mm di bagian superior (Navi et al., 2013). Perubahan posisi kondilus seperti pergeseran anterior atau posterior, bisa menjadi indikasi kondisi disfungsi TMJ seperti disfungsi kondilus juvenil atau dislokasi diskus. Posisi kondilus yang terlalu anterior atau posterior dapat mempengaruhi ruang sendi yang menyempit dapat mencerminkan gangguan degeneratif seperti osteoarthritis (Ahmed J et al., 2021). Secara umum, lebar rongga sendi mandibula umumnya berukuran 15–20 mm mediolateral dan 8–10 mm superior-inferior (Alam et al., 2021). Tingginya juga bervariasi menurut jenis



kelamin, dengan kisaran 16,54– 21,32 mm pada pria dan 16,79–17,65 mm pada wanita (Ahmed J. et al., 2021).

Pada individu tanpa gejala gangguan TMJ, ketebalan atap fosa glenoidalis umumnya berada dalam kisaran 0,2–0,4 mm. Penelitian menunjukkan bahwa ketebalan ini meningkat secara signifikan pada pasien dengan gangguan TMJ dibandingkan dengan individu sehat (Khojastepour et al., 2019). Sudut inklinasi dari eminensia artikularis TMJ biasanya berada dalam kisaran 30° hingga 60°, diukur dari dinding posterior eminensia terhadap bidang horizontal (Hamza MK et al., 2021). Inklinasi di bawah 30° diklasifikasikan sebagai datar, 30°–60° dianggap normal, dan di atas 60° disebut curam (Moscagiuri F et al., 2021). Tinggi Eminensia artikularis juga bervariasi antar individu dan dipengaruhi oleh faktor faktor seperti usia, jenis kelamin, dan kondisi fungsional sendi. Menurut Sümbüllü et al. (2012), tinggi eminensia artikularis berkisar antara 5,1 mm hingga 10,3 mm dengan rata-rata 7,5 mm berdasarkan pencitraan CBCT. Sementara itu, Yamada et al. (2004) melaporkan kisaran 6 mm hingga 12 mm, dengan rata-rata sekitar 8,5 mm (İlgüç D et al., 2014).

1.2.1 Pencitraan TMJ Menggunakan CBCT

CBCT memberikan pencitraan 3D dengan resolusi tinggi dan dosis radiasi lebih rendah dibandingkan CT konvensional, menjadikannya ideal untuk menilai struktur tulang TMJ, seperti kondilus mandibula dan fosa glenoidalis, serta mendeteksi perubahan morfologi seperti erosi, osteofit, dan sklerosis subkondral. (Ma RH et al., 2016)

Teknik pencitraan TMJ telah berkembang dari metode 2D seperti radiografi konvensional, yang terbatas dalam menangkap detail sendi, ke modalitas canggih seperti CBCT, CT, artrografi, PET, dan MRI untuk analisis lebih menyeluruh (Al-Saleh et al., 2016; Navi et al., 2013; Shahidi et al., 2018). Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders merekomendasikan teknik 3D seperti CT, tetapi CBCT lebih disukai karena waktu pemindaian cepat, dosis radiasi rendah, resolusi tinggi, biaya rendah, dan nilai diagnostik yang baik (Ahmed J et al., 2021; Demir H et al., 2024; Kotanlı et al., 2024; Shahidi et al., 2018). Evaluasi menyeluruh struktur tulang TMJ memerlukan tiga kriteria: identifikasi penanda di ketiga bidang spasial untuk pengukuran akurat, penilaian seluruh kompleks TMJ (fosa glenoidalis, kondilus mandibula, ruang TMJ), dan analisis dimensi, posisi, orientasi, serta pengukuran permukaan dan volume (Almashraqi et al., 2024).

Tampilan multiplanar digunakan untuk analisis TMJ karena memberikan tampilan luas dan pengukuran yang lebih akurat. Kondilus kanan dan kiri dinilai dari orientasi antara keduanya. Tanpa mempertimbangkan CBCT bisa tidak konsisten. Oleh karena itu, analisis dilakukan secara terpisah untuk menghasilkan evaluasi TMJ yang standar dan akurat (N.F et al., 2020).



1.3 Rumusan Masalah

1. Apakah ada perbedaan signifikan tinggi dan inklinasi eminensia artikular pada pasien TMD dan non TMD menggunakan CBCT?
2. Apakah ada perbedaan signifikan panjang dan lebar kondilus pada pasien TMD dan non TMD menggunakan CBCT?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Penelitian ini untuk melihat apakah ada perubahan pada jaringan keras pada TMJ yakni inklinasi dan tinggi eminensia artikularis dan panjang dan lebar kondilus pada pasien TMD dan non TMD dengan menggunakan CBCT. Sehingga penerapan CBCT dapat di perluas dalam diagnosis dan penanganan gangguan TMJ.

1.4.1 Tujuan Khusus

1. Menganalisis perbedaan signifikan tinggi dan inklinasi eminensia artikularis antara pasien TMD dan pasien non TMD menggunakan CBCT.
2. Menganalisis perbedaan signifikan panjang dan lebar kondilus mandibula antara pasien TMD dan pasien non TMD menggunakan CBCT.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Praktis

1. Meningkatkan akurasi diagnosis TMD.
Temuan penelitian ini diharapkan membantu dokter gigi atau radiolog dalam mengenali perubahan morfologi TMJ secara lebih akurat dan objektif menggunakan CBCT.
2. Pengambilan keputusan terapeutik yang lebih tepat. Dengan identifikasi dini terhadap perubahan struktural TMJ, terapis dapat menentukan pendekatan pengobatan yang sesuai baik konservatif maupun intervensif.
3. Penerapan langsung di RSGMP Universitas Hasanuddin.
Hasil studi ini dapat menjadi acuan klinis lokal dalam meningkatkan standar pelayanan diagnostik TMD, serta memperkuat praktik berbasis bukti di institusi tersebut.
4. Meningkatkan kesadaran klinisi terhadap signifikansi perubahan morfologi TMJ.



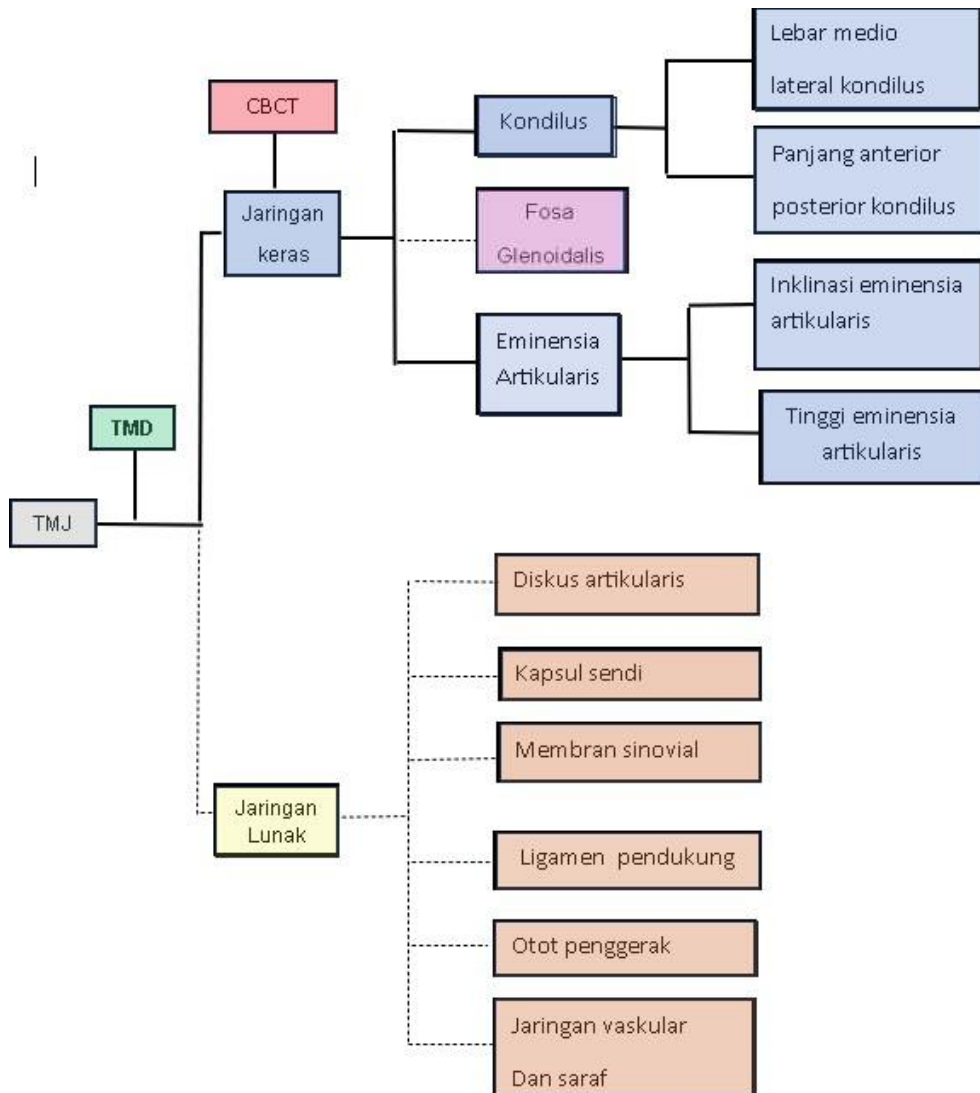
Studi ini dapat mendorong peningkatan pemahaman dan *awareness* di kalangan dokter gigi umum maupun spesialis terhadap pentingnya evaluasi yang komprehensif dalam kasus TMD.

1.5.2 Manfaat Teoritis

1. Menambah kajian ilmiah tentang perubahan morfologi TMJ pada pasien TMD.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu radiologi kedokteran gigi, khususnya penggunaan CBCT dalam evaluasi TMJ.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait anatomi TMJ dan diagnosis TMD berbasis pencitraan 3D



1.6 Kerangka Teori



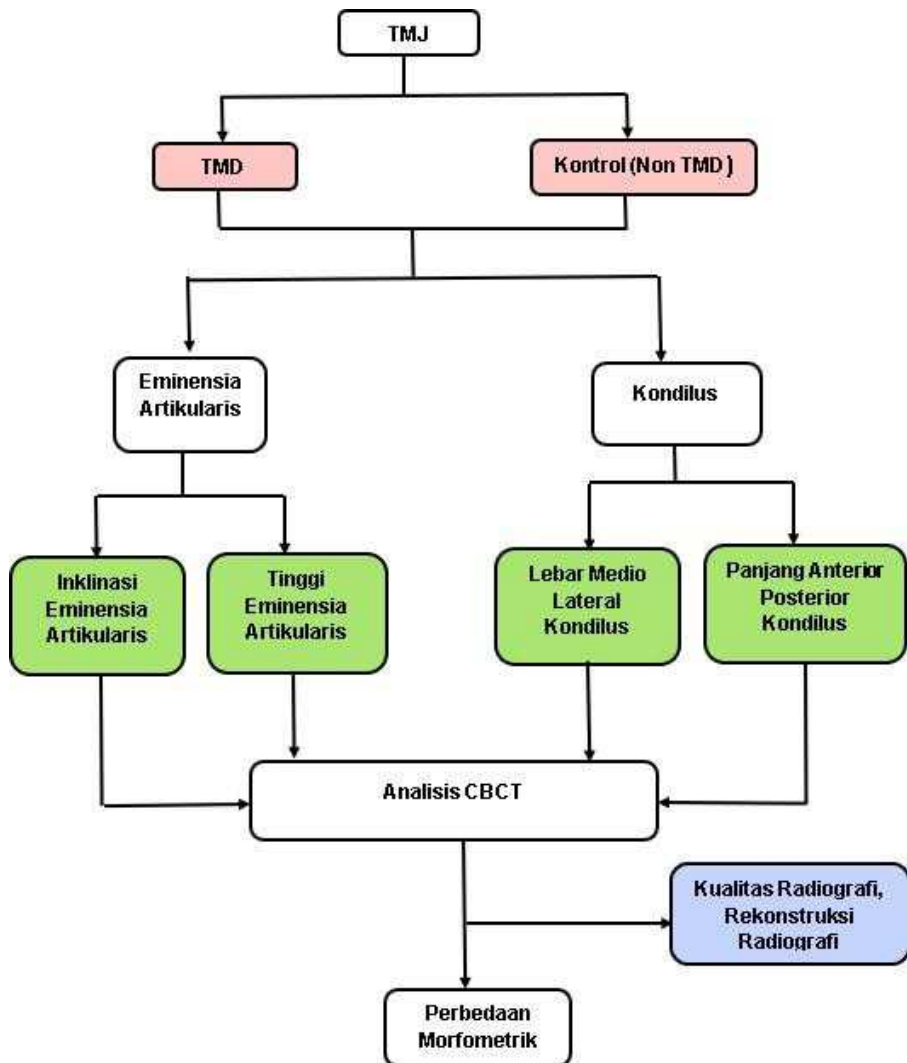
Gambar 2 Kerangka Teori



Diteliti

Tidak diteliti

1.7 Kerangka Konsep



 Variabel independen

 Variabel depeden

 Variabel kontrol



Gambar 3 Kerangka Konsep

- H₀** : Tidak terdapat perbedaan morfometrik yang signifikan pada inklinasi dan tinggi eminensia artikularis, serta lebar mediolateral dan panjang anteroposterior kondilus antara pasien TMD dan non TMD berdasarkan analisis CBCT.
- H₁** : Terdapat perbedaan morfometrik yang signifikan pada inklinasi dan tinggi eminensia artikularis, serta lebar mediolateral dan panjang anteroposterior kondilus antara pasien TMD dan non TMD berdasarkan anali



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian observasional analitik, dengan *design* penelitian *cross sectional*.

2.2 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di instalasi radiologi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Pendidikan Universitas Hasanuddin (RSGMP Unhas) Makassar pada bulan September 2025 – Oktober 2025.

2.3 Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah foto radiografi CBCT dari instalasi radiologi gigi RSGMP Unhas Makassar mulai bulan Oktober 2022 sampai dengan September 2025. Teknik pengambilan sampel adalah *Consecutive sampling*. Kriteria sampel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Kriteria inklusi:

- Subjek dewasa umur > 18 - 60 tahun menurut kriteria WHO
- Diagnosa TMD dan non TMD
- File DICOM CBCT dengan FOV 170x150mm dengan seluruh area kepala kondilus dan eminensia artikularis tercakup pada radiograf.
- Kualitas radiograf baik (detail jelas, kontras baik, artefak minimal, akurasi dimensi sesuai)

Kriteria eksklusi :

- Subjek dengan riwayat trauma pada rahang atau TMJ,
- Subjek dengan riwayat lesi tumor/kista odontogenik yang meluas di mandibula
- Subjek dengan riwayat pembedahan major pada mandibula/TMJ (arthrocentesis/arthroscopy/open surgery), atau terapi invasif TMJ lainnya.
- Subjek yang sedang menjalani atau telah menyelesaikan perawatan ortodontik,
- Subjek dengan maloklusi berat (kondisi ketidaksesuaian hubungan rahang dan

gigi yang signifikan misalnya Overjet ekstrim, overbite ekstrim), anomali konginetal misalnya *micrognathia*, *macrognathia*.

- Subjek dengan kehilangan gigi yang mengurangi dukungan oklusal posterior: urutan dalam satu kuadran, atau hilang ≥ 3 gigi total (selain



ian

: Diagnosa TMD, non TMD

: Inclinasi eminensia articular, tinggi eminensia artikular, lebar mediolateral kondilus, panjang anteriorposterior kondilus

Kualitas radiograf dan rekonstruksi radiograf tampilan TMJ

View bilateral

2.5 Definisi Operasional Variabel

Tabel 1 Definisi Operasional Variabel

Variabel	Definisi operasional	Indikator	Alat pengukuran	Skala
Temporoman dibular disord (TMD)	Sekumpulan gejala klinik yang melibatkan otot - otot pengunyahan, sendi rahang atau keduanya. (Status diagnosis TMD berdasarkan <i>Fonseca Anamnesti Index/FAI</i>) 0–15 = Tidak ada TMD 20–40 = TMD ringan 45–65 = TMD sedang 70–100 = TMD berat	Rujukan dengan diagnosa TMD (1 = Pasien TMD; 0 = Kontrol)	Rekam medis, diagnosis klinis	Nominal
Panjang anterior posterior kondilus	Pengukuran panjang kondilus dengan membuat garis antara titik paling anterior hingga titik paling posterior	Diidentifikasi dan diukur pada bidang sagital ruang sendi TMJ kiri dan kanan.	Perangkat lunak Ez3D-I mode TMJ	Rasio (mm)
	Definisi operasional	Indikator	Alat pengukuran	Skala



Lebar medio lateral kondilus	Pengukuran lebar kondilus dengan membuat garis antara bagian terluar titik medial dan lateral	Diidentifikasi dan diukur pada potongan koronal, ditentukan area kondilus dengan kurvatura yang paling cembung	Perangkat lunak Ez3D-I mode TMJ	Rasio (mm)
Inklinasi eminensia artikularis	Pengukuran dari sudut antara bidang horizontal Frankfort melalui titik terendah eminensia artikularis dan titik tertinggi fosa glenoidalis	Diidentifikasi dan diukur sudut pada potongan sagital, ditampilkan gambaran terendah eminensia artikularis dan titik tertinggi fosa glenoidalis	Perangkat lunak Ez3D-I mode TMJ	Rasio (mm)

Variabel	Definisi operasional	Indikator	Alat pengukuran	Skala
Tinggi eminensia artikularis	Pengukuran tinggi eminensia artikularis dengan membuat garis tegak lurus antara titik tertinggi fosa dan bagian terendah eminensia artikularis	Diidentifikasi dan diukur tinggi pada potongan sagital, ditampilkan gambaran terendah articular eminensia dan titik tertinggi fosa glenoidalis	Perangkat lunak Ez3D-I mode TMJ	Rasio (mm)



Kualitas radiograf	Tingkat kejelasan dan ketajaman citra CBCT dalam menampilkan struktur anatomi TMJ mencakup kondilus, fosa glenoidalis dan eminensia artikularis, dengan artefak minimal dan akurasi dimensi sesuai.	1 = Buruk 2 = Cukup 3 = Baik 4 = Sangat baik	Evaluasi oleh pengamat berdasarkan kontras,	Ordinal
Rekonstruksi Radiograf	Proses rekonstruksi CBCT untuk mendapatkan tampilan multiplanar yang optimal dalam analisis TMJ.	Jenis potongan yang digunakan untuk pengukuran (sagital, coronal, multiplanar)	Perangkat lunak Ez3-I mode TMJ	Nominal

2.6 Alat Dan Bahan

1. Perangkat lunak Ez3D-i64 5.4.7.1 (Vatech co. Hwaseong, Korea Selatan)
2. Dicom file
3. Paket Komputer (CPU merk Hawlet Packard, processor Inter Xeon, monitor LG)
4. Alat tulis

2.7 Prosedur Penelitian

1. Identifikasi dan pemilihan subjek penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk dalam kriteria eksklusi dan memenuhi kualitas radiografi yang dinilai berdasarkan kesepakatan dengan dosen pengampu mengikuti kriteria sebagai berikut:



akup tepi bawah mandibula, kondilus kiri dan kanan serta tepi yang disesuaikan dengan tujuan pembuatan radiograf.

il, ketajaman baik.

nal

ensi sesuai

2. Metode Pengukuran yang termasuk dalam eminensia artikularis dan kondilus dilakukan pada irisan yang didefinisikan di atas. Kemiringan eminensia diukur dengan membuat sudut antara bidang horizontal Frankfort (X) dan garis yang melalui titik terendah eminensia artikularis (L) dan titik tertinggi fosa glenoidalis (H).



Gambar 4 Pengukuran inklinasi eminensia artikulari

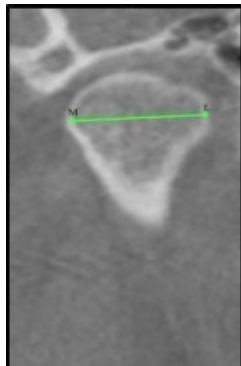
Tinggi eminensia diukur dengan membuat garis tegak lurus antara titik tertinggi fosa glenoidalis (h) dan bagian terendah eminensia artikularis (l).



Gambar 5 Pengukuran tinggi eminensia artikularis

Pengukuran kondilus dilakukan secara tiga dimensi dengan membuat garis antara bagian terluar titik medial (M) dan lateral (L) untuk mengukur lebar kondilus.





Gambar 6 Pengukuran lebar mediolateral kondilus

Panjang kondilus diukur dengan membuat garis antara titik paling anterior (A) hingga titik paling posterior (P) kondilus.

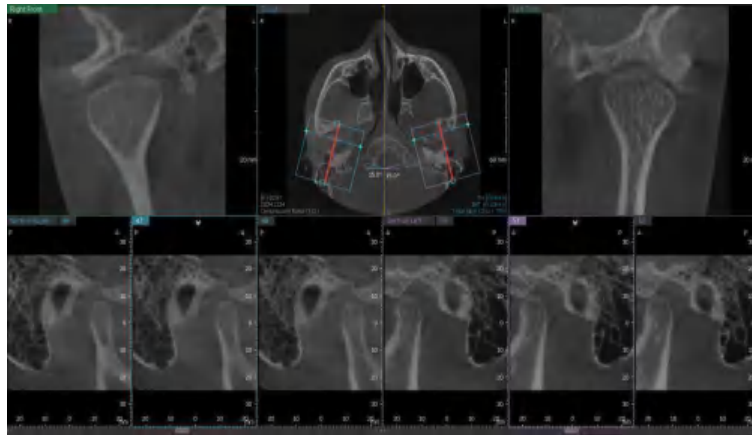


Gambar 7 Pengukuran panjang anterioposterior Kondilus

3. Analisis gambar radiografi 3D untuk mengevaluasi morfometrik pada sendi TMJ, eminensia artikularis dan kondilus mandibula.

- a. Transfer data:
 - 1) Data mentah diimpor ke perangkat lunak analisis Ez3D-i.
 - 2) *File* citra disimpan dalam format DICOM untuk menjaga integritas data.
- b. Rekonstruksi dan analisis:
 - 1) Citra direkonstruksi menjadi model tiga dimensi menggunakan perangkat lunak Ez3D-i.
 - 2) Evaluasi eminensia artikularis dan kondilus mandibula menggunakan Ez3D-i mode khusus analisis TMJ.





Gambar 8 Mode TMJ pada perangkat lunak Ez3D-i yang menunjukkan kondilus mandibula dekstra dan sinistra dalam pandangan axial, koronal, dan sagital

- 1) Menentukan penempatan aksis.
 - Menempatkan aksis koronal pada kurvatura yang paling cembung (lateral ke medial) dari kondilus dan aksis sagital tegak lurus terhadap aksis koronal di tengah kondilus.
- 2) Analisis gambar inklinasi artikularis eminensia
 - Pada potongan sagittal, ditampilkan gambaran terendah eminensia artikularis dan titik tertinggi fosa glenoidalis
- 3) Analisis Gambaran tinggi articular eminensia
 - Pada potongan sagittal, ditampilkan gambaran terendah eminensia artikularis dan titik tertinggi fosa glenoidalis
- 4) Analisis gambar lebar medioalateral kondilus, yaitu sebagai berikut:
 - Pada potongan koronal, ditentukan area kondilus dengan kurvatura yang paling cembung.
- 5) Analisis gambar panjang anterior posterior kondilus, yaitu sebagai berikut:
 - Pada potongan sagital, ditentukan area kondilus dengan kurvatura yang paling cembung.

□

4. Parameter pengamatan

- a. Pengukuran inklinasi eminensia artikularis :



Optimized using
trial version
www.balesio.com

• Inklinasi artikularis diukur dari sudut antara bidang horizontal Frankfort (X) melalui titik tertinggi eminensia artikularis (L) dan titik tertinggi fosa glenoidalis (H) dengan bidang horizontal Frankfort (X) melalui titik tertinggi eminensia artikularis dengan membuat garis tegak lurus antara titik tertinggi fosa glenoidalis (h) dan bagian terendah eminensia artikularis (l).
• Lebar medio lateral kondilus :

Pengukuran lebar kondilus dengan membuat garis antara bagian terluar titik medial (M) dan lateral (L)

d. Pengukuran panjang anterior posterior kondilus :

Pengukuran panjang kondilus dengan membuat garis antara titik paling anterior (A) hingga titik paling posterior (P)

5. Validasi dan pengulangan pengukuran

Pengukuran Berulang: Lakukan pengukuran ulang pada setiap gambar untuk memastikan konsistensi dan akurasi data. Setiap gambar harus diukur minimal dua kali oleh peneliti independen untuk meminimalkan kesalahan subjektif.

2.8 Analisis Data

1. Uji Reliabilitas Pengukuran (Uji ICC)

Reliabilitas pengukuran parameter kontinu dari citra CBCT inklinali eminensia artikularis (derajat), tinggi eminensia (mm), lebar mediolateral kondilus (mm), dan panjang anteroposterior kondilus (mm) dievaluasi menggunakan Intraclass Correlation Coefficient (ICC).

2. Analisis Deskriptif

Statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan rerata dan standar deviasi dari setiap parameter morfologi, baik pada kelompok TMD maupun kontrol. Parameter yang dianalisis adalah inklinali eminentia artikularis (derajat), tinggi eminensia artikularis (mm), lebar mediolateral kondilus (mm), panjang anteroposterior kondilus (mm). Data juga dikelompokkan berdasarkan sisi kanan dan kiri.

3. Uji Normalitas

Distribusi data diuji menggunakan *Kolmogorov–Smirnov test* (sampel > 50) dan Shapiro Wilk (sampel < 50) untuk menentukan apakah data berdistribusi normal. Hal ini menentukan jenis uji statistik parametrik atau non parametrik yang akan digunakan.

- Jika $p > 0,05 \rightarrow$ data normal $\rightarrow$ gunakan uji *t-test independen*
- Jika $p < 0,05 \rightarrow$ data tidak normal $\rightarrow$ gunakan *Mann-Whitney U test*

4. Uji Perbandingan Antar Kelompok

Perbandingan antara kelompok TMD dan kontrol dilakukan untuk setiap parameter menggunakan uji yang sesuai berdasarkan hasil normalitas.

Uji *t-test independen* / *Mann-Whitney U Test*:



- nilai rata-rata inklinali eminensia artikularis kanan dan kiri
 - nilai rata-rata tinggi eminensia artikularis kanan dan kiri
 - nilai rata-rata lebar kondilus kanan dan kiri
 - Perbandingan panjang kondilus kanan dan kiri
- ditentukan pada $p < 0,05$.

5. Uji Asosiasi (Opsional)

Uji asosiasi dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara status TMD (TMD vs Non TMD) dengan kategori morfologi struktur sendi temporomandibular yang telah diklasifikasikan. Kategori morfologi diperoleh dari klasifikasi inklinasi, tinggi eminensia artikularis, lebar kondilus, dan panjang kondilus.

Variabel Kategorik yang Dianalisis:

- Status TMD (TMD vs Non-TMD)
- Inklinasi eminensia artikularis (misal: curam, sedang, landai)
- Tinggi eminensia artikularis (normal vs rendah)
- Lebar kondilus (normal vs menyempit)
- Panjang kondilus (normal vs memendek)

Uji Statistik digunakan *Chi-Square Test* (χ^2) untuk mengetahui ada tidaknya asosiasi antara status TMD dan perubahan morfologi.

- Jika nilai ekspektasi < 5 pada lebih dari 20% sel → digunakan uji Fisher's Exact Test
- Tingkat signifikansi ditentukan pada $p < 0,05$

6. Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel morfologis (inklinasi dan tinggi eminensia artikularis, lebar dan panjang kondilus) dengan variabel demografis atau klinis pasien, seperti usia dan jenis kelamin.

- Jika data berdistribusi normal → digunakan Korelasi Pearson
- Jika data tidak berdistribusi normal → digunakan Korelasi Spearman

Jenis data : Data Primer

Pengolahan data : IBM SPSS *statistics* V.24

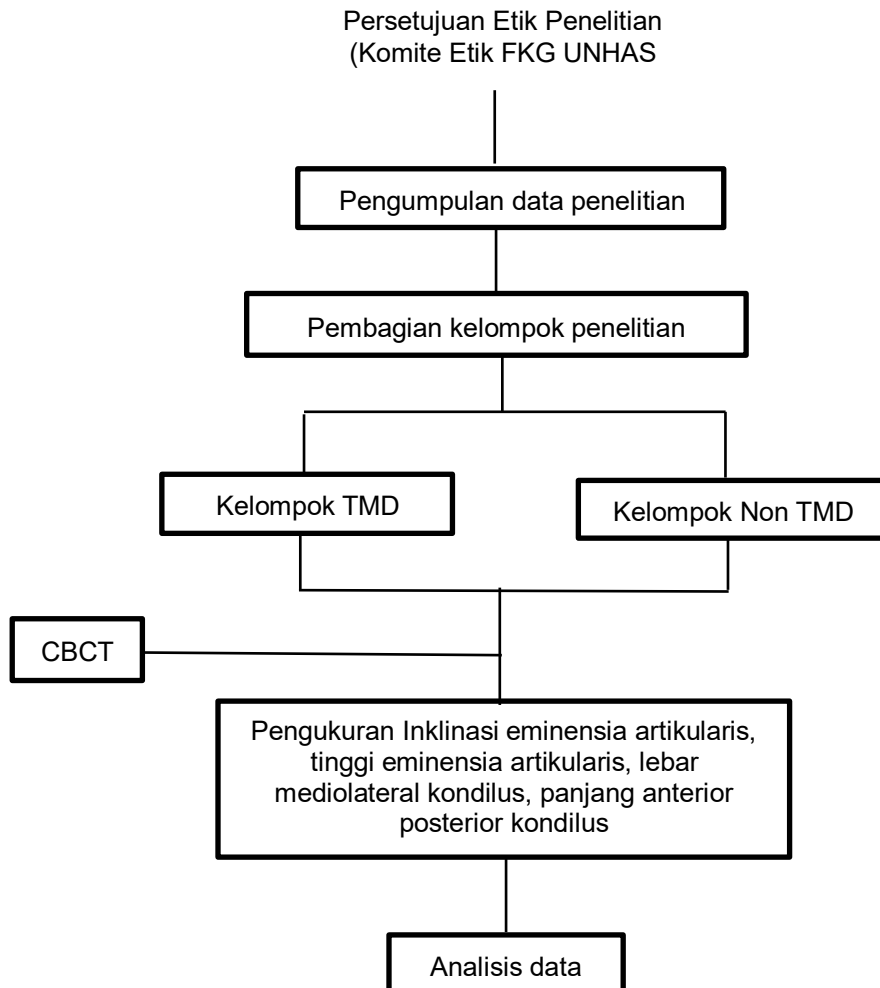
Penyajian data : Tabel dan diagram

2.9 Etik Penelitian

Persetujuan ini diperlukan untuk memastikan bahwa penelitian ini mematuhi prinsip etika penelitian manusia, termasuk perlindungan terhadap privasi dan hak-hak subjek penelitian. Peneliti akan mengajukan proposal penelitian bersama semua protokol yang diperlukan kepada Komite Etik Penelitian Kesehatan RSGMP Unhas.



2.10 Alur Penelitian



Gambar 9 Alur Penelitian

