

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dimorfisme seksual menjadi indikator utama dalam protokol antropologi forensik dalam rangka memperkirakan jenis kelamin korban. Umumnya, laki-laki memiliki perawakan yang lebih besar dari perempuan dengan fitur tengkorak dan otot yang kokoh serta memiliki kekuatan dan kecepatan yang lebih dari perempuan (Frayer & Wolpof j, 1985). Informasi mengenai dimorfisme seksual dapat diperoleh dari beberapa tulang dengan taraf akurasi berbeda, seperti tulang pelvis dengan akurasi 96,5% dan tengkorak dengan akurasi 95,5% (Ubelaker & De Gaglia, 2017). Bruzek & Murail (2006) mengungkapkan bahwa panggul memiliki tingkat akurasi seksual tinggi, namun tengkorak lebih sering digunakan karena tingkat preservasi yang lebih baik (Bigoni et al., 2010).

Menurut Ascadi & Nemeskeri (1970) dan Martin-Knussmann (1988) dalam Glinka et al., (2008), terdapat enam indikator untuk menentukan jenis kelamin tengkorak yaitu: Perkembangan *glabella* dan pangkal hidung, Perkembangan *protuberantia occipitalis externa*, perkembangan *processus mastoids*, gambar garis orbita, bentuk sudut mandibula, dan lengkung mandibula (bentuk dagu). Dari beberapa indikator tersebut bentuk orbita dan lengkung mandibula menjadi variabel yang umum diidentifikasi karena memiliki taraf akurasi yang cukup tinggi.

Dalam antropometri konvensional, bentuk orbita dan lengkung mandibula terbatas pada beberapa variasi bentuk yang terdiri dari feminim, maskulin, dan indiferen. Namun, pada realitanya orbita dan lengkung mandibula memiliki variasi tinggi terkait bentuknya yang mana setiap

penelitian memiliki klasifikasinya sendiri terkait hasil penelitiannya. Kategorisasi yang dibuat Ascadi & Nemeskeri (1970) dan Martin-Knussman (1988) dalam Glinka et al., (2008), membagi bentuk orbita menjadi 5 bagian dengan nilai skoring yang terdiri dari Hiperfeminin, feminine, indiferen, maskulin, dan hipermaskulin. Klasifikasi ini menunjukkan apabila perempuan memiliki bentuk orbita lebih bulat dan laki-laki memiliki bentuk orbita yang cenderung lebih kotak. Penelitian yang dilakukan Lepich et al., (2015). menawarkan klasifikasi yang lebih bervariasi dengan menunjukkan kompleksitas bentuk orbita pada tengkorak dengan membaginya menjadi 15 kategori bentuk yang diperoleh dari 182 sampel tengkorak. Hasil penelitian ini membuktikan apabila perempuan memiliki bentuk orbita yang lebih bulat dan laki-laki memiliki bentuk yang lebih persegi panjang. Dua penelitian ini menjadi dasar bahwasannya bentuk orbita menjadi salah satu variabel yang bisa dimanfaatkan dalam menentukan jenis kelamin dari spesimen tengkorak.

Selain area *calvarium* (tengkorak tanpa mandibula) mandibula merupakan salah satu tulang yang paling dimorfik, dengan tingkat preservasinya yang baik membuatnya berguna dalam menentukan jenis kelamin pada kasus-kasus forensik dan arkeologis (Dong et al., 2015). Hal ini dibuktikan dengan penelitian Qulby (2021), yang meninjau dimorfisme seksual pada manusia hidup dari norma lateral. Penelitian ini menunjukkan apabila bentuk dagu antara laki-laki dan perempuan cenderung berbeda dengan perempuan memiliki dagu yang cenderung lebih *receding* dibandingkan dagu laki-laki. Identifikasi dimorfisme seksual yang dilakukan Dong et al., (2015) meninjau dimorfisme seksual pada mandibula dengan mengidentifikasi sudut mentalnya. Penelitian ini menggunakan 96 sampel laki-laki dan 107 sampel perempuan China dengan memanfaatkan analisis statistik dalam pengolahan datanya. Hasilnya menunjukkan jika terdapat perbedaan signifikan antara laki-laki dan perempuan ($P < 0,0001$) di mana laki-laki lebih tinggi dibandingkan

perempuan. Tinjauan dimorfisme seksual melalui mandibula umumnya dilakukan melalui norma lateral dan sudut mentalnya, sehingga penelitian ini akan mengkaji dari norma frontal untuk mengetahui apakah lengkung mandibula secara dimorfisme seksual membedakan laki-laki dan perempuan.

Beberapa penelitian tersebut mengidentifikasi dimorfisme seksual tengkorak melalui berbagai metode dengan hasil penelitian yang beragam melalui klasifikasi atau presentase uji beda. Namun, dari semua metode yang ada pendekatan yang lebih sensitif dalam bidang antropometri yaitu geometri morfometri. Geometri morfometri menggunakan analisis jarak dan sudut, teori, dan komputasi yang ditinjau dari titik-titik koordinat kartesiusnya (Slice, 2005). Metode geometri morfometri memanfaatkan jarak *Procrustes* untuk menciptakan bentuk yang diinterpretasikan dalam bentuk ruang multidimensi sehingga representasi grafisnya dapat dikembangkan (Rohlf, 2002). Menurut (Gonzalez et al., 2011), terdapat beberapa keunggulan dalam metode ini yaitu mampu mengolah beberapa titik *landmark* dan koordinat titik semi *landmark* menjadi sebuah struktur anatomi, menyajikan hasil yang lebih pasti dalam perbandingan pola dimorfisme seksual suatu spesimen, dan memiliki objektivitas tinggi. Terdapat perbedaan signifikan antara metode geometri morfometri dengan antropometri konvensional yaitu geometri morfometri merupakan aplikasi antropometri yang menggunakan IT (*Information and Technology*) melalui beberapa *software* sedangkan antropometri konvensional menggunakan alat-alat antropometer.

Penelitian yang mengaplikasikan analisis geometri morfometri dilakukan oleh Franklin et al., (2012) yang bertujuan untuk mengeksplorasi keakuratan bentuk tengkorak sebagai media untuk memprediksi jenis kelamin pada orang dewasa Australia. Penelitian ini menggunakan metode morfometri tradisional dan geometri yang diaplikasikan pada data penanda 3D dari

tengkorak yang direkonstruksi CT. Sampel penelitian terdiri dari 200 individu dewasa yang sudah dilakukan pemindaian tomografi komputer multi-detektor. Setelah *rendering volume* 3D, maka diperoleh 46 penanda anatomi menggunakan ukuran dan bentuk *centroid* (pusat gambar). Selanjutnya, dilakukan perhitungan jarak antar *landmark* dari semua kemungkinan *landmark*. Hasil penelitian ini menyajikan *wireframe* tengkorak laki-laki dan perempuan dari sisi lateral dan anterior, dengan analisis berbentuk basis *procrustes*.

Penelitian lain dengan metode analisis geometri morfometri dilakukan juga oleh Manzi et al., (2000) yang memfokuskan pada homogenitas manusia purba dan manusia modern tepatnya pada *Neanderthal* dan perwakilan dari *Homo sapiens*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginterpretasikan pola kontinuitas dan diskontinuitas selama evolusi genus homo melalui pola fenotipiknya. Penelitian ini melibatkan dua puluh spesimen fosil manusia modern awal dan Neanderthal dengan specimen tambahan berasal dari Eropa dan Afrika. Analisis dilakukan pada profil *mid-sagital* dengan 18 titik *landmark*, yang dimulai dari *nasion* hingga *inion* yang diidentifikasi pada posisi hampir sama. Selanjutnya, dibuat koordinat dua dimensi yang sudah didigitalkan menggunakan tablet grafis dan data mentah dianalisis menggunakan perangkat lunak TPS. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode geometri morfometri dapat dimanfaatkan untuk melihat perbedaan pola fenotipik suatu spesimen yang hasilnya menunjukkan apabila *Neanderthal* dan manusia modern berasal dari evolusi yang berbeda.

Di Indonesia, perkembangan metode geometri morfometri menjadi kesempatan baik dalam keberlanjutan ilmu antropometri saat proses identifikasi dimorfisme seksual. Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ingin mengetahui jenis kelamin dari tengkorak resen Indonesia dengan menggunakan metode

geometri morfometri saat meninjau pembeda bentuk tengkorak antara laki-laki dan perempuan Indonesia. Alasan peneliti mengaplikasikan geometri morfometri sebagai metode penelitian karena metode ini lebih sensitif dalam bidang antropometri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang sudah diuraikan diatas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

Bagaimana perbedaan dimorfisme seksual bentuk orbita dan lengkung mandibula tengkorak resen Indonesia berdasarkan metode geometri morfometri?

1.2 Tujuan Penelitian

1.2.1 Tujuan umum

Untuk mengetahui dimorfisme seksual tengkorak resen Indonesia melalui metode geometri morfometri sekaligus mengetahui karakteristik tengkorak laki-laki dan perempuan.

1.3.2 Tujuan khusus

- 1 Untuk mengaplikasikan metode komputasi geometri morfometri sebagai metode alternatif yang lebih objektif di dalam menganalisis dimorfisme seksual.
- 2 Untuk mengidentifikasi karakteristik-karakteristik kraniologis tengkorak resen Indonesia didasarkan pada bentuk grafis yang diperoleh dari metode geometri morfometri.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam perkembangan ilmu-ilmu Antropologi terutama dalam bidang

forensik dan paleoantropologi, sekaligus menunjukkan terdapat metode komputasi geometri morfometri yang bisa digunakan sebagai parameter dalam menentukan dimorfisme seksual.

1.4.2 Manfaat praktis

Penelitian ini bermanfaat untuk mengenalkan metode terbaru dari antropometri yaitu geometri morfometri sebagai metode komputasi yang lebih akurat dalam meninjau dimorfisme seksual dari tengkorak tidak dikenal. Pengaplikasian metode geometri morfometri dalam ilmu antropometri menawarkan efektifitas waktu dan kecepatan analisis saat mengidentifikasi dimorfisme seksual spesimen dengan jumlah sampel yang tidak terbatas.

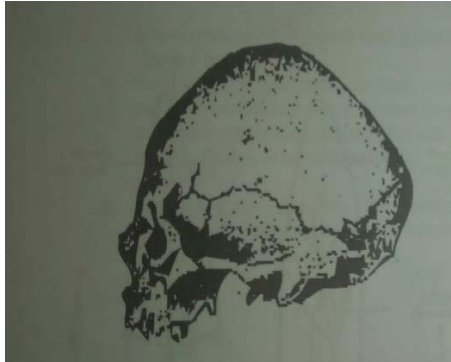
1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1 Tengkorak Resen

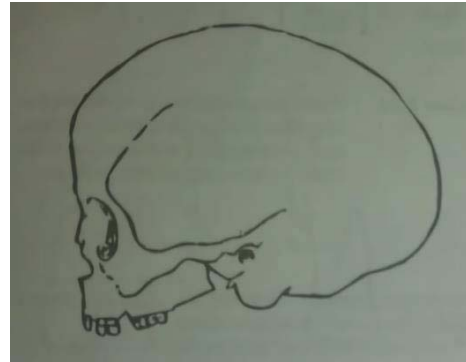
Morfologi tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti *gene drift*, mutasi, *gene flow*, seleksi alam dan perkawinan (Molnar S, 1983). Dari faktor tersebut, memberikan dampak variasi tubuh manusia salah satunya yakni pada bagian tengkorak. Tengkorak menjadi bagian penting dari struktur anatomi manusia karena berfungsi sebagai pelindung otak. Adapun tengkorak resen merupakan tengkorak yang berasal dari manusia masa kini (*Homo sapiens*). Proses perkembangan bentuk tengkorak, umumnya berhenti pada saat awal masa pubertas. Pertumbuhan ini dimungkinkan karena sutura yang ada masih belum berobliterasi dengan sempurna (Glinka et al., 2008). Tengkorak manusia terbentuk dari dua bagian besar yaitu *viscerocranium* dan *Neurocranium*. *Viscerocranium* merupakan tulang pembentuk

wajah yang sudah berkembang dari masa embrio (Anggraini et al., 2020). Adapun *Neurocranium* adalah kumpulan beberapa tulang yang membentuk suatu ruang untuk otak dan organ-organ saraf yang disebut kapasitas cranium (Rohen et al., 2010). *Neurocranium* dibagi menjadi dua bagian yaitu *kondokronium* (pembentuk basis crani) dan *membranosa* (pembentuk calvaria crani) (Sadler, 2006).

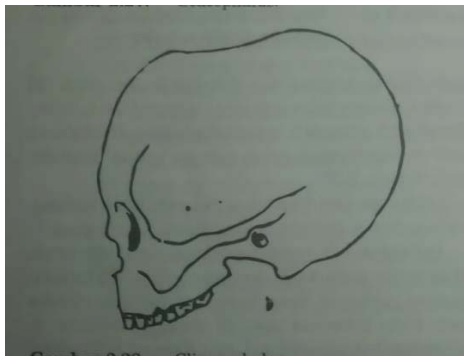
Setiap tengkorak memiliki karakteristik morfologinya sendiri yang membedakan dengan tengkorak lainnya. Glinka et al., (2008), memaparkan bahwa tengkorak Australomelanesid memiliki bentuk *dolichocephal* dengan dinding samping yang lebih tegak lurus dan Mongoloid memiliki bentuk *brachycephal* yaitu dinding samping yang lebih membulat. Kondisi non metris ini berpengaruh pada karakteristik keduanya, *Australomelanesid* memiliki wajah yang cenderung sempit dan prognasi elveolar yang tinggi sedangkan Mongoloid memiliki wajah yang lebih lebar dengan derajat *flatness*. Pada beberapa kasus, ciri-ciri karakteristik tengkorak ini tidak bisa diterapkan apabila terdapat anomali tengkorak pada individu tersebut. Anomali bentuk tengkorak terjadi saat ada *synostosis praematura* atau obliterasi yang terjadi terlalu dini. Glinka et al., (2008), memaparkan beberapa jenis anomali tengkorak seperti *Oxycephalus*, *Scacephalus*, *Clinocephalus*, *Plagiocephalus*, dan deformasi buatan.



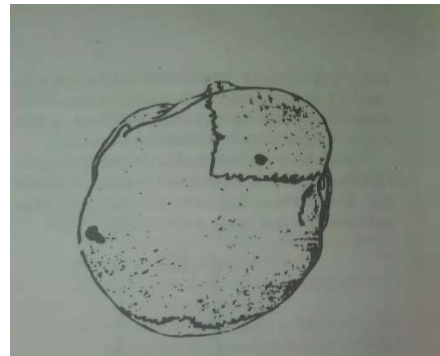
(a)



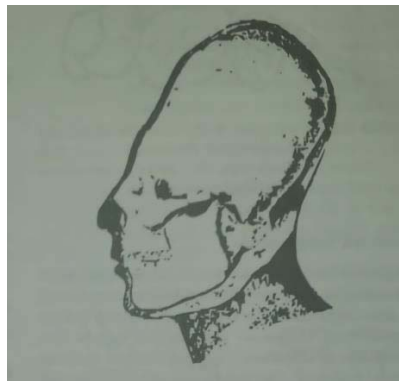
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 1.1 Anomali tengkorak (a) *Oxycephalus*, (b) *Scachepalus*, (c) *Clinoccephalus*, (d) *Plagiocephalus*, (e) deformasi buatan

Sumber: Glinka et al., (2008)

Tengkorak memiliki fitur yang kuat dan keras jika dibandingkan bagian rangka lain sehingga tingkat preservasinya sangat baik di dalam tanah, kondisi ini menyebabkan tengkorak lebih sering ditemukan dibandingkan bagian tubuh lain. Pada beberapa kasus forensik, tengkorak kehilangan identitas biologis karena faktor kematian yang tidak wajar sehingga penting dilakukan analisis mendalam yang bertujuan untuk mengidentifikasi profil biologis dari tengkorak tersebut. Melalui tengkorak dapat diperoleh profil biologis individu tersebut terkait usia, klasifikasi ras, dan jenis kelaminnya (Glinka et al., 2008). Tengkorak manusia memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam aspek dimorfisme seksual. Tengkorak memiliki ciri-ciri tertentu yang memungkinkan untuk penentuan jenis kelamin apabila usianya sekurang-kurangnya *Juvenis* (GLINKA, 1981).

Terdapat perbedaan signifikan antara tengkorak laki-laki dan perempuan. Dari segi ukuran, laki-laki memiliki tengkorak yang lebih besar, tebal, dan berat dibandingkan perempuan. *Os Frontale* (Tulang dahi) laki-laki lebih miring dibandingkan perempuan yang cenderung tegak lurus, adapun tonjolan dahinya juga lebih kentara perempuan. Pada *Os occipitale* laki – laki memiliki *linea nuchea* dan *protuberantia occipitalis* interna dan eksterna yang lebih kentara dari perempuan. Pada mandibular sudut yang terbentuk dari ramus dan *corpus mandibular*, laki-laki memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan perempuan. Adapun pada *Os temporale* laki-laki memiliki *processus mastoideus* lebih besar dibandingkan pada perempuan.

1.5.2 Dimorfisme seksual

Dimorfisme seksual merujuk pada karakteristik bentuk dari suatu organisme untuk mengetahui derajat perbedaan antara laki-laki dan perempuan (Suriyanto, 2006). Samal et al., (2007) mengungkapkan bahwa dimorfisme seksual berorientasi pada perbedaan morfologi laki-laki dan perempuan yang meliputi aspek ukuran dan tampilannya. Terdapat beberapa faktor yang menjadi acuan dimorfisme seksual seperti berat badan, tinggi badan, rambut, wajah, masa otot, suara, bentuk tubuh, ukuran mata, dan perilaku (Wiskott et al., 1997). Umumnya, laki-laki memiliki perawakan yang lebih besar dari perempuan, fitur tengkorak yang lebih kokoh, memiliki kekuatan dan kecepatan yang lebih besar, ukuran gigi yang lebih besar, massa otot yang besar dan proporsional (Frayer & Wolpofj, 1985). Penelitian yang dilakukan Artaria (2010) menjelaskan bahwa perbedaan dimorfisme seksual antara laki-laki dan perempuan muncul saat terjadi *growth spurt* yakni di umur 10 tahun untuk perempuan dan pada laki-laki 2 tahun lebih lambat. Perbedaan antara laki-laki dan perempuan disebabkan oleh hormon seksual yang terlihat jelas pada tinggi badan, lebar bahu, dan tebal lemak.

Berbeda dari manusia hidup, penentuan dimorfisme seksual pada populasi arkeologis lebih sulit dilakukan karena tidak ada jaringan lunak yang melapisinya. Misalnya pada *Homo sapiens* yang mengekspresikan karakteristik dimorfisme seksual dari bentuk dan ukuran rangkanya. Informasi mengenai dimorfisme seksual pada populasi arkeologis dapat diperoleh melalui cranium, pelvis, tulang panjang, hingga tulang tarsalnya. Keraguan pada analisis dimorfisme seksual tengkorak melahirkan dua model pendekatan yaitu *Ultimate* dan *proximate*. Menurut Suriyanto

(2006) model pendekatan *Ultimate* memaknai dimorfisme seksual sebagai bentuk adaptasi genetis atas keragaman faktor ekonomi, lingkungan, sosial, dan pembagian kerja secara seksual. Model pendekatan *Proximate* memaparkan jika dimorfisme seksual menjadi jawaban terhadap perbaikan lingkungan dan nutrisi dalam proses tumbuh kembang remaja.

Para peneliti kerap menciptakan pendekatan-pendekatan baru, membuat klasifikasi, menentukan ciri-ciri non metris ataupun metris dalam menentukan dimorfisme seksual baik pada populasi manusia hidup ataupun populasi arkeologis. Namun model –model yang mereka buat tidak benar-benar akurat di dalam menjelaskan pola-pola dimorfisme seksual manusia hidup ataupun populasi arkeologis. Misalnya ukuran lebar bahu yang mempengaruhi dimorfisme seksual pada beberapa populasi, ukuran ini tidak bisa di universalkan pada pengukuran semua spesies. Sebab pola pembagian kerja dan sistem perkawinan yang dilakukan mampu menciptakan derajat perbedaan morfologi antara laki-laki dan perempuan (Suriyanto, 2006). Dari sini dapat diketahui bahwa penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor lain di luar faktor genetik ketika menentukan dimorfisme seksual baik pada populasi manusia hidup ataupun populasi arkeologis.

1.5.3 Metode geometri morfometri dan *Landmark*

Metode geometri morfometri adalah pendekatan baru di dunia antropologi yang melibatkan analisis objek untuk membedakan variabilitas dari bentuk dan ukuran (Teodoru-Raghina et al., 2017). Metode ini menawarkan taraf akurasi tinggi dibandingkan antropometri konvensional. Istilah morfometri berasal dari Bahasa Yunani “*morph*” yang bermakna bentuk dan “*mentron*” yaitu pengukuran dan digunakan untuk mendefinisikan ukuran dan

bentuk (Lele & Richtsmeier, 1990). Morfometri merupakan pendekatan kuantitatif untuk mengkaji variasi biologi dengan menggabungkan alat dan analisis statistik (Rohlf & Bookstein, 1990).

Metode geometri morfometri menggunakan geometris suatu objek dengan data dan berbasis koordinat (Adams et al., 2004). Geometri morfometri menggunakan data yang ada untuk meninjau bentuk, koordinat, hingga kurva garis (Adams et al., 2013). Menurut Mosimann (1970) keunggulan metode geometri morfometri adalah selalu mempertimbangkan semua aspek bentuk yang meliputi perbandingan, sudut, dan susunan relatif di dalamnya.

Landmark menjadi indikator penting di dalam analisis geometri morfometri karena menjadi penunjang analisis. *Landmark* atau yang dikenal dengan titik anatomis menjadi dasar dari pengukuran geometri morfometri untuk mengetahui secara statistik variasi dari suatu objek. *Landmark* berisi informasi penting mengenai ukuran, bentuk, skala dan orientasi sehingga sangat memungkinkan untuk memulihkan penampilan dari objek yang diukur sesuai titik-titik yang dipilih dengan memplotingnya ke dalam koordinat di kertas grafik (Elewa, 2004). Setiap objek penelitian dalam geometri morfometri selalu memiliki titik-titik *landmark* yang menyebar di beberapa titik anatomi tubuh sebagai dasar penelitian. Mengacu pada pendapat Bookstain (1991), *landmark* diklasifikasikan dalam 3 kategorisasi berdasarkan lokasi dan penjelasan epigenetiknya yang terdiri dari :

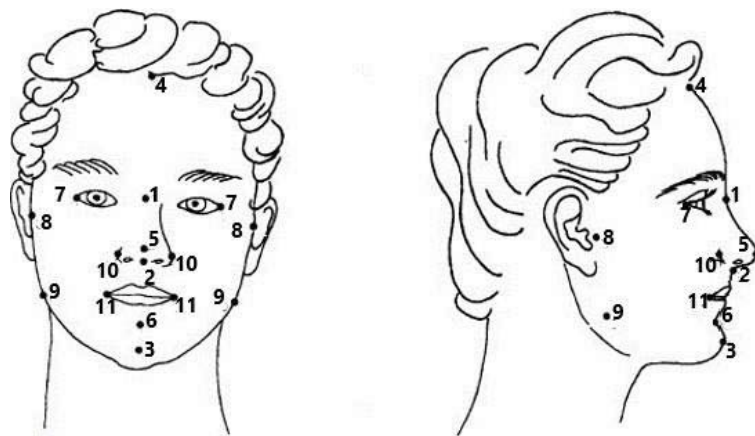
1. ***Discrete juxtapositions of tissue***, merupakan jenis *landmark* yang mampu memberikan informasi tentang perubahan bentuk

yang mencakup titik-titik di lokasi pertemuan tiga struktur. Titik-titik tersebut dapat diwujudkan dari semua arah geometris dengan pertumbuhan relatif berdekatan pada suatu jarak.

2. ***Maxima of curvacture***, merupakan jenis *landmark* yang kerap difungsikan sebagai titik implementasi gaya biomekanik berupa tarikan dan dorongan. *Landmark* jenis ini dapat memberikan respon dan tanda terhadap tonjolan ataupun fenomena radial lain dengan jarak tertentu dari batas geometris yang ditelitinya.
3. ***External points***, merupakan titik yang mengacu pada informasi di lokasi yang kompleks dan terpisah. Kategori *landmark* ini paling umum ditemukan dalam morfometri multivariat. Morfometri multifariat atau statistik multifariat adalah metode yang digunakan untuk menganalisis satu atau lebih dari dua variabel secara bersama. Jenis *landmark* ini menggabungkan titik akhir diameter, titik berat, perpotongan segmen antar *landmark*, titik terjauh dari segmen tersebut. Selain itu, konstruksi dari *external points* melibatkan perpotongan tegak lurus atau spasi radial yang merata dengan mengambil titik terjauh dari titik lain sebagai titik akhir dari diameter bentuk.

Berdasarkan pemaparan Bookstein tiga kategorisasi tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan titik anatomi tubuh ke dalam kategorisasi tertentu. Kategori 1 adalah titik yang mempertemukan 3 struktur atau garis yang berasal dari arah-arah yang berbeda seperti pada *infradentale*, *nasion*, dan *Frontomaxilonasal suture*. Untuk kategori 2 umumnya berada di ujung dari struktur yang lebih meruncing seperti *anterior*

nasal spine, basion, dan opistion. Adapun untuk kategori 3 diwakilkan oleh titik *condylion*, *glabella*, dan *orbitale*. Berbeda dengan pemaparan Bookstein, Ferrario et al.,(1995) menggunakan norma frontal dan norma lateral kanan pada manusia hidup dengan titik titik *landmark* di dalamnya. Titik-titik *landmark* dari kedua norma disajikan melalui detail gambar di bawah ini:

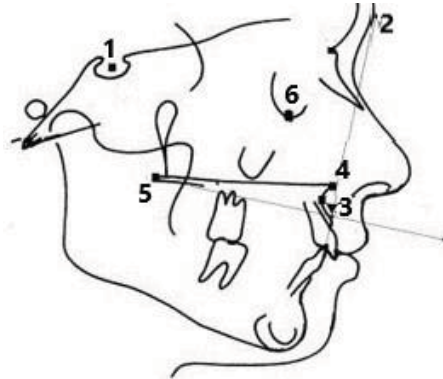


Gambar 1.2 Titik *landmark* dari norma frontal dan lateral
Sumber: Ferrario et al., (1995)

Tabel 2.1 Nama titik *landmark* dari norma frontal dan lateral
Sumber : Ferrario et al., (1995)

Titik media (Pada bidang midsagittal)	
1. Soft-tissue nasion	N'
2. Subnasale	Sn
3. Soft-tissue pogonion	Pg'
4. Trichion	Tri
5. Pronasale	Pn
6. Point of Soft-tissue B'	B'
Titik Lateral (Bagian Kanan dan kiri)	
7. Lateral Eye canthus	Can
8. Tragus	Tr
9. Soft-tissue gonion	Go'
10. Nasal ala	Ala
11. Labial Commisure	Com

Adapun yang sejalan dengan penelitian Bookstein dilakukan oleh Schulze et al., (2002) dengan membuat sketsa mengenai koordinat dari titik-titik *landmark* yang diletakkan pada titik-titik anatomi untuk menghitung besaran setiap sudut. Penelitian ini melibatkan 3 tengkorak manusia berukuran standar, dengan enam titik *landmark* yang digunakan.



Gambar 1.3 Titik-titik sefalometri

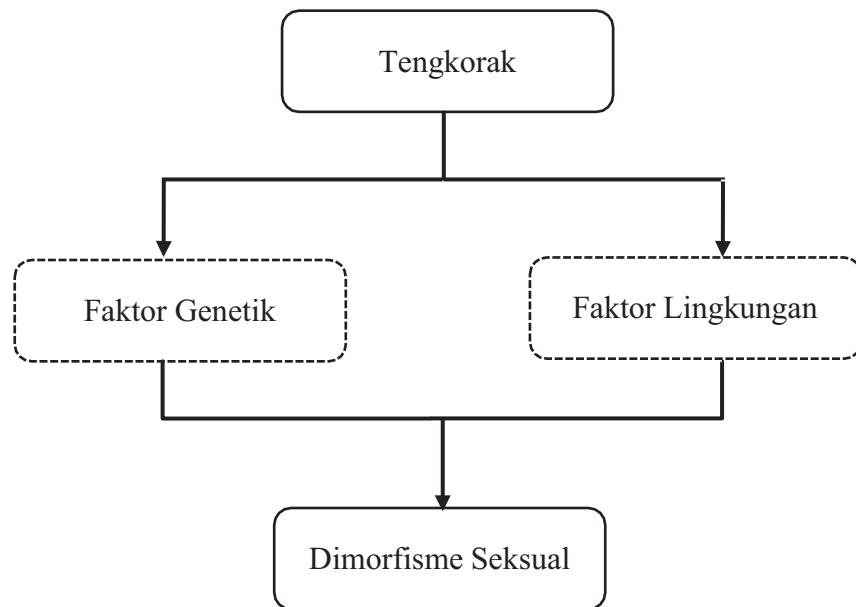
Sumber :Schulze et al., (2022).

Titik-titik *landmark* yang digunakan dalam gambar 2 sangat bervariasi dan umumnya digunakan pada pengukuran sefalometri. Adapun titik antropometris yang digunakan terdiri dari :

1. *Sella* (S) : Titik tengah fossa hipofisis yang ditentukan dari inspeksi.
2. *Nasion* (N) : Titik paling anterior-inferior dari tulang frontal pada suturasofrontal.
3. *Supraspinale* (A) : Titik terdalam dari kelengkungan permukaan tulangrahang atas antara ANS dan puncak alveolar gigi insisivus sentralis maxilla.
4. *Anterior Nasal Spine* (ANS) : Ujung paling anterior dari struktur anatomi tulang belakang hidung anterior.
5. *Posterior Nasal Spine* (PNS) : Titik yang paling posterior dari tulang rahang atas di daerah palate.
6. *Orbitale* (Or) : Titik paling inferior dari reseptor tutup (kana) dari margin orbit nya.

1.5.4 Kerangka Berpikir

Skema 1.1 Alur pemikiran dalam penelitian analisis geometri morfometri mengenai dimorfisme seksual tengkorak resen di Indonesia adalah sebagai berikut:



Skema 1.1 Kerangka berpikir penelitian

Keterangan:



Diteliti



Tidak diteliti

Dari diagram 1.1 di atas menggambarkan bahwa dimorfisme seksual tengkorak dipengaruhi oleh dua faktor yakni faktor genetik dan faktor lingkungan. Pada faktor genetik terdapat faktor *hereditas* (keturunan) yang mempengaruhi perkembangan individu, di mana totalitas karakteristik morfologi orang tua akan diturunkan kepada anaknya. Selain itu terdapat faktor lingkungan yang dalam hal ini adalah kemampuan adaptasi individu. Kondisi lingkungan yang cenderung dinamis menuntut setiap individu untuk menyesuaikan pola perilaku dan aktivitas tubuhnya agar mampu bertahan hidup pada lingkungan tersebut melalui adaptasi. Pada penelitian ini, pembuktian adanya dimorfisme seksual pada manusia dilakukan menggunakan tengkorak resen sehingga dari hasil yang diberikan dapat diketahui perbedaan karakteristik tengkorak baik laki-laki maupun perempuan.

1.6 Metode Penelitian

1.6.1 Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini adalah untuk mengetahui dimorfisme seksual dari tengkorak resen Indonesia. Objek penelitian dipilih berdasarkan kondisi tengkorak dan kelengkapan mandibulanya. Pengambilan foto dilakukan tampak depan atau secara *frontal* untuk mengetahui dimorfisme seksual pada tengkorak Indonesia.

1.6.2 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif, dengan menjelaskan karakteristik dimorfisme seksual antara tengkorak laki-laki dan perempuan yang diperoleh dari hasil analisis geometri morfometri. Penelitian ini lebih menekankan pada pengaplikasian metode geometri morfometri sebagai metode alternatif dalam meninjau dimorfisme seksual tengkorak resen Indonesia.

1.6.3 Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel tengkorak resen yang berasal dari Indonesia. Kriteria sampel meliputi keutuhan bentuk orbita tengkorak dan kelengkapan mandibulanya. Penelitian ini dilakukan di dua lokasi dengan jumlah sampel berbeda, yaitu di Laboratorium Antropologi Ragawi sebanyak 21 tengkorak dengan 9 tengkorak perempuan dan 12 tengkorak laki-laki. Adapun di Museum Etnografi jumlah sampel sebanyak 7 dengan 5 Tengkorak laki-laki dan 2 tengkorak perempuan. Penentuan jumlah sampel didasarkan pada ketersediaan koleksi tengkorak resen Indonesia yang tersimpan di Laboratorium Antropologi Ragawi serta Museum Etnografi Universitas Airlangga.

1.6.4 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di salah satu laboratorium dan Museum Universitas Airlangga. Lokasi pertama dilakukan di Laboratorium Antropologi Ragawi yang berada di kampus A tanggal 15 Juli – 12 Agustus 2022 pada jam 8 pagi sampai jam 16.00 Sore. Lokasi kedua dilakukan di Museum Etnografi tanggal 6 – 31 Oktober 2022 jam 10 sampai jam 16.00 sore. Alasan pemilihan kedua lokasi karena mengikuti tempat koleksi tengkorak.

1.6.5 Teknik Pengambilan Sampel

Proses pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* dengan memilah-milah tengkorak Indonesia berdasarkan kriteria yang ditentukan seperti keutuhan bentuk orbita dan kelengkapan mandibula tengkorak. Kriteria-kriteria tersebut ditetapkan dengan asumsi bahwa laki-laki dan perempuan memiliki fitur tengkorak yang berbeda karena laki-laki lebih masif dan kokoh dibandingkan perempuan sehingga memiliki bentuk mandibula yang lebih besar dan lebar dari perempuan. Selain itu, keutuhan bentuk orbita menjadi salah satu syarat untuk tengkorak dapat dijadikan sampel karena perbedaan

dimorfisme seksual antara laki-laki dan perempuan terlihat jelas dibagian orbita. Sejalan dengan pendapat Pretorius et al., (2006), yang mengungkapkan bahwa penentuan jenis kelamin berdasarkan orbita memiliki taraf akurasi tinggi dibandingkan pada lengkung mandibula yaitu dengan taraf akurasi 80,0% pada wanita dan 73,3% pada laki-laki.

Tahap selanjutnya mengelompokkan tengkorak berdasarkan jenis kelaminnya. Keseluruhan sampel sudah teridentifikasi jenis kelaminnya namun terdapat beberapa sampel yang belum ada sehingga perlu diidentifikasi kembali untuk selanjutnya di foto pada normal *frontal*.

Jumlah sampel yang diambil dalam penelitian ini berjumlah 28 tengkorak dengan komposisi 17 tengkorak laki-laki dan 11 tengkorak perempuan.

1.6.6 Instrumen

Proses pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat yaitu kamera Canon 600 D dan 650 D dengan lensa kit, tripod kamera, tatakan putar, tatakan L , penggaris, clay, kain hitam, dan skala. Adapun di dalam proses analisis data, penelitian ini menggunakan *software TPSutil, TPSdig, dan Morphologika2*.

1.6.7 Teknik Pengumpulan Data

1.6.7.1 Memilah sampel

Pemilahan sampel menjadi tahap awal sebelum sesi dokumentasi, yang dilakukan di Laboratorium Antropologi Ragawi serta Museum Etnografi dengan memilah antara tengkorak Indonesia dan tengkorak luar negeri karena sampel yang akan digunakan hanya sampel Indonesia. Selanjutnya melakukan identifikasi kondisi dan kelengkapan tengkorak sesuai kriteria sampel yang diinginkan seperti kondisi orbita yang utuh dan kelengkapan mandibulanya. Hasil pemilihan ini akan dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin, didokumentasikan dan diteliti.

1.6.7.2 Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan memotret tengkorak subjek penelitian yang sudah diposisikan sesuai dataran *frankfurt* agar bentuk tengkorak yang diperoleh lebih proporsional dan dapat dianalisis dengan maksimal. Pemotretan dilakukan dengan tampak wajah depan atau posisi *frontal*. Jarak antara kamera dengan sampel 40-60 cm dan posisi tengkorak di atas tatakan “L” dengan pengaturan kamera (*Iso, aperture, dan shutter speed*) yang menyesuaikan lokasi pengambilan gambar sehingga antar sampel bisa berbeda. Lokasi pengambilan gambar dilakukan di dalam Laboratorium Antropologi Ragawi dan Museum Etnografi Universitas Airlangga.

1.6.7.3 Teknik Analisis Data

Hasil dokumentasi tengkorak dianalisis menggunakan tiga *software* komputer yaitu *tpsUtil*, *tpsDig2*, dan *morphologik2*. *Software tpsUtil* dan *tpsDig 2* merupakan ciptaan dari F. James Rohlf adapun aplikasi *Morphologika2* merupakan ciptaan Paul O’ Higgins dan Nicholas Jones. Foto hasil dokumentasi harus dirubah formatnya menjadi file berekstensi TPS atau *Thin Plate Spine* melalui *software tpsUtil*. File yang sudah berformat tps merupakan hasil foto-foto yang selanjutnya akan dilakukan pengelolaan titik-titik *landmark* menggunakan *tpsDig2*. Titik-titik *landmark* ini menjadi basis penelitian dalam proses analisis metode geometri morfometri yang ditempatkan pada beberapa titik kraniometri di norma frontalis. Titik-titik *landmark* pada

norma tersebut akan divisualisasikan menggunakan aplikasi *Morphologika2*. Aplikasi ini mampu menghasilkan rata-rata bentuk morfologi tengkorak dengan memanfaatkan analisis statistik yaitu PCA (*Principal Component Analysis*). Hasil analisis PCA akan menghasilkan gambar rata-rata bentuk tengkorak dan grafik sebaran antara laki-laki dan perempuan di dalam bidang kartesius.

1.6.8 Definisi Operasional

Penelitian ini ditinjau dari norma frontalis dengan menggunakan 11 jenis titik *landmark*. Kondisi tengkorak yang digunakan adalah wajah genap lengkap dengan mandibula, adapun penentuan titik *landmark* hampir sama dengan titik kraniometri umumnya hanya saja titik *landmark* diletakkan di outline fitur tengkorak karena objek penelitian berupa gambar 2D. Selain itu, penentuan titik *landmark* tidak terpaku pada titik kraniometri yang ada sehingga peneliti bebas menentukan titik *landmark* di area tengkorak yang ingin dianalisis, berikut definisi operasional dari *landmark* pada penelitian ini yang dipaparkan dalam gambar 1.3 dan tabel 1.2:



Gambar 1.4 Lokasi 11 titik *landmark* pada norma frontalis dan contoh *wireframe*.

Sumber: Dokumentasi pribadi (2022)

Table1 1.1 Titik *landmark* pada norma frontalis

Nama	Nomor	Deskripsi
<i>Maxillofrontale</i>	1	Titik tempat pemotongan crista lacrimalis anterior dengan sutura frontalis.
<i>Point of Lacrimal Bone</i>	2	Titik yang terletak di bagian depan dinding medial orbit.
<i>Point of inferior orbital margin</i>	3	Bagian paling rendah di orbita, dalam penelitian ini diwakilkan oleh tiga titik point di lokasi bawah orbita.
<i>Ektokonchion</i>	4	Titik keluarnya garis (imaginative) dari maxillofrontale dan sejajar dengan pinggir atas lekuk mata, memotong pinggir lateral lekuk ini.
<i>Point of frontal and zygomatic bone</i>	5	Titik yang ada di sutura antara tulang frontal dan zygomatic.
<i>Point of Superior Orbital Margin</i>	6	Titik paling tinggi di area orbita, dalam penelitian ini diwakilkan oleh tiga titik <i>landmark</i> yang berlokasi di atas orbita.
<i>Equal distance between landmark 1 and 4</i>	7	Titik yang menghubungkan <i>landmark</i> 1 dan 4 di orbita.
<i>Gnathion</i>	8	Titik paling bawah pada rahang bawah (mandibula) yang terpotong oleh Bidang Median Sagital.
<i>Point of corpus mandibel</i>	9 ,10	Titik yang berada di korpus mandibula, dalam penelitian ini menggunakan titik yang sejajar dengan canine dan molar 1 maxilla.
<i>The Outermost Part of The Gonion</i>	11	Titik terluar yang berada di bagian gonion.
<i>Point of Ramus Mandibel.</i>	12	Titik yang berada di area ramus mandibula