

**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL
OKLUSI ANTARA *SOFTWARE APIKAL* DENGAN TEKNIK
KNEBELMAN DAN SEFALOMETRI PADA PASIEN TIDAK
BERGIGI**

TESIS



OLEH :

**DELVI SINTIA RENI
NIM. J015181006**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI PROSTODONSIA
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2021**

**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI
VERTIKAL OKLUSI ANTARA SOFTWARE APIKAL
DENGAN TEKNIK KNEBELMAN DAN SEFALOMETRI PADA
PASIEN TIDAK BERGIGI**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
Memperoleh gelar Profesi Spesialis – 1 dalam bidang ilmu Prostodonsia
Pada Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin

UNIVERSITAS HASANUDDIN

OLEH

**DELVI SINTIA RENI
NIM. J015181006**

Pembimbing :

1. Prof. Dr. drg. Bahrudin Thalib, M.Kes, Sp.Pro (K)
2. drg. Irfan Dammar, Sp.Pro (K)

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER GIGI SPESIALIS
PROGRAM STUDI PROSTODONSIA
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL
OKLUSI ANTARA *SOFTWARE APIKAL* DENGAN TEKNIK
KNEBELMAN DAN SEFALOMETRI PADA PASIEN TIDAK
BERGIGI**

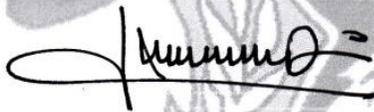
oleh

**DELVI SINTIA RENI
NIM. J015181006**

Setelah membaca tesis ini dengan seksama, menurut pertimbangan kami,
Tesis ini telah memenuhi persyaratan ilmiah

Makassar, Februari 2021

Pembimbing I,



Prof. Dr. Drg. Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp.Prof (K)
Nip. 19640814 199103 1 002

Pembimbing II,



drg. Irfan Dammar, Sp.Prof(K)
Nip. 19770630 200904 1 003

Mengetahui

Ketua Program Studi (KPS)
PPDGS Prostodonsia FKG. UNHAS



drg. Irfan Dammar, Sp.Prof(K)
Nip. 19770630 200904 1 003

PENGESAHAN UJIAN TESIS

**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL
OKLUSI ANTARA *SOFTWARE APIKAL* DENGAN TEKNIK
KNEBELMAN DAN SEFALOMETRI PADA PASIEN TIDAK
BERGIGI**

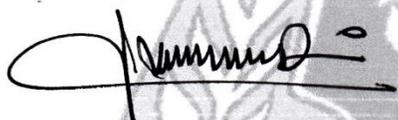
Diajukan oleh

**DELVI SINTIA RENI
NIM. J015181006**

Telah disetujui :

Makassar, Februari 2021

Pembimbing I,



Prof. Dr. drg Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp.Pros(K)
Nip. 19640814 199103 1 002

Pembimbing II,



drg. Irfan Dammar, Sp.Pros(K)
Nip. 19770630 200904 1 003

Ketua Program Studi (KPS)
PPDGS Prostodonsia FKG. UNHAS



drg. Irfan Dammar, Sp.Pros(K)
Nip. 19770630 200904 1 003

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



drg. Muhammad Ruslin, M.Kes., Ph.D., Sp.BM(K)
Nip. 19730702 200112 1 001

TESIS

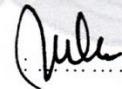
**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL
OKLUSI ANTARA *SOFTWARE APIKAL* DENGAN TEKNIK
KNABELMAN DAN SEFALOMETRI PADA PASIEN TIDAK
BERGIGI**

Oleh :

**DELVI SINTIA RENI
NIM. J015181006**

**Telah Disetujui
Makassar, Februari 2021**

1. Penguji I : Prof. Dr. drg Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp. Pros (K)
2. Penguji II : drg. Irfan Dammar, Sp.Pros(K)
3. Penguji III : Prof. Dr. drg Edy machmud, Sp. Pros (K)
4. Penguji IV : Prof. drg. Moh.Dharmautama, Ph.D, Sp.Pros(K)
5. Penguji V : drg. Eri Hendra Jubhari, M.Kes, Sp Pros (K)



Mengetahui
Ketua Program Studi (KPS)
PPDGS Prostodonsia FKG. UNHAS



drg. Irfan Dammar, Sp.Pros(K)

Nip. 19770630 200904 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Delvi Sintia Reni

NIM : J 015 18 1 006

Program Studi : Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Prostodonsia Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulis akhir yang saya buat ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan karya tulis ini merupakan hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari - 2021



Delvi Sintia Reni

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya dan salawat serta salam tak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai uswatun khasanah bagi umat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **Perbandingan Hasil Pengukuran Dimensi Vertikal Oklusi Antara *Software Apikal* Dengan Teknik *Knebelman* Dan Sefalometri Pada Pasien Tidak Bergigi**

Penulisan thesis ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Spesialis Prostodonsia 1 di Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin. Selain itu tesis ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan peneliti lainnya untuk menambah pengetahuan dalam bidang ilmu kedokteran gigi maupun masyarakat umum lainnya.

Pada penulisan tesis ini, banyak sekali hambatan yang didapatkan, namun berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga akhirnya, penulisan tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. **drg. Muhammad Ruslin, M.Kes, Ph.D, Sp.BM (K)** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin periode 2019 – 2023
3. **drg. Irfan Dammar, Sp.Pros(K)** selaku Ketua Program Studi (KPS) Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dengan penuh keikhlasan serta memberikan dukungan moril kepada penulis dalam menyelesaikan Pendidikan Spesialis di bidang Prostodonsia.

4. **Prof. Dr. drg. Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp.Pros (K)** Selaku Penasehat akademik yang senantiasa memberi dukungan dan motivasi demi kelancaran penyelesaian pendidikan pada program pendidikan Dokter Gigi Spesialis Prosthodontia.
5. **Prof. Dr. drg. Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp.Pros (K) dan drg. Irfan Damar, Sp.Pros (K)** selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dengan penuh keikhlasan untuk membantu dan membimbing serta memberikan dukungan moral kepada penulis dalam menyelesaikan karya tulis akhir ini.
6. **Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp. Pros (K), Prof. Dr. drg. Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp.Pros (K), Prof. drg. Moh. Dharmautama, Ph.D, Sp.Pros (K), Dr. drg. Ike Damayanti Habar, Sp.Pros(K), drg. Irfan Damar, Sp.Pros (K), drg. Eri Hendra Jubhari, M.Kes, Sp.Pros (K), drg. Muh. Iqbal, Sp.Pros, drg. Acing Habibie Mude, Ph.D, Sp.Pros, drg. Rahmat, Sp.Pros, dan drg. Vinsensia Launardo, Sp.Pros** selaku dosen PPDGS Prostodontia FKG Unhas yang telah memberikan saran, kritik, masukan, support, arahan dan bimbingan sehingga karya ilmiah ini dapat menjadi lebih baik.
7. Kedua orang tua tersayang, terbaik, terhebat, terkasih, dan tercinta dalam hidupku, Ayahanda **M. Daud, SE, M.Si**, serta ibunda **Suryani S.Pd** dan mertua saya tercinta Ayahanda **Prof. Dr. drg. Bahruddin Thalib, M.Kes, Sp.Pros (K)**, dan ibunda **Prof. Dr. drg. Asmawati Amin, M.kes** terima kasih atas segala pengorbanan, kesabaran, Serta atas segala doa, dukungan dalam bentuk moral dan materil yang tidak ternilai sehingga pemulis dapat menyelesaikan studi
8. Suami saya yang paling saya cintai dan sayangi **drg. Alqarama Mahardhika Thalib, MARS** serta kedua anak perempuan saya **Qanaya Ghaniyah Mahardhika dan Qalesya**

Nadha Mahardhika terima kasih untuk semua pengorbanan, kasih sayang, dukungan, serta motivasi agar penulis bisa menyelesaikan studinya.

9. Adik-adikku tersayang, **M.Rifki A.P.A. Pj, Desty Isniaty SE, M. Acc, AK, CPA** beserta saudara ipar saya **dr. Aqmarina Thalia Azdhani, Amaliqa Qayla Inarah, dan Ramadhanu S.T**, yang senantiasa selalu mendoakan dan mendukung penulis.
10. Teman-teman angkatan X PPDGS Prosto **drg, Andres Jordan siahay, drg. Yonathan Goan, drg. Sutiyo, drg. Irsal Wahyudi Sam, drg. Herawati Hasan dan drg. Acing Habibi Mude, Ph.D, Sp. Pros, drg. Bashierah, drg. Nina Permata Sari** terima kasih banyak atas dukungan dan bantuannya dan tanpa lelah yang selalu harus di hubungi selama menempuh pendidikan PPDGS.
11. **Drg. Herawati Hasan dan drg. Andres Jordan**, sesama teman seperjuangan dan tim dalam penelitian ini dan seperjuangan dalam menempuh pendidikan PPDGS.
12. Junior angkatan PPDGS Prosto, angkatan **XI, XII, dan XIII** yang telah banyak memberi dukungan dan mendukung penulis selama menempuh pendidikan bersama.
13. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam segala hal kepada penulis sampai dengan saat ini penulis menyelesaikan penyusunan tesis ini. Penulis memohon maaf jika tidak bisa menyebutkan satu-persatu.

Kiranya Berkah dari Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpah kepada orang-orang yang telah disebutkan di atas, dan semoga tesis ini bermanfaat bagi banyak orang.

Makassar, Februari - 2021

Delvi Sintia Reni

ABSTRACT

Name : Delvi Sintia Reni

Study Program : Prosthodontic Specialist Educational Program

Title : Comparison of occlusal vertical dimension measurement between apical software with knebelman technique and cephalometry in edentulous patients

Objective : To determine DVO measurements with digital photo analysis using Apikal software (vertical dimension application) and cephalometry with Ricketts analysis which can directly establish DVO measurement.

Method : There were 15 samples obtained that meet the criteria of losing all teeth in the upper and lower jaw for at least 6 (six) months. Occlusal vertical dimension were determine using Apical software (vertical dimension application), Knebelman technique and cephalometry with Rickett analysis.

Result : Measurements DVO using techniques knebelman and apical digital showed no significant difference or the value of $p > 0.05$ (0.052) while the measurement DVO using techniques knebelman and using images cephalometric showed a significant difference or a p-value of < 0.05 (0.004)

Conclusion: There are significant differences between the results of measuring the vertical dimensions indirectly using the knebelman technique and directly using the digital apical and there are significant differences between the results of measuring the vertical dimensions directly using the knebelman technique and indirectly using cephalometric photos

Keywords : Occlusal Vertical Dimension, Knebelman, Cephalometry, Digital Photography

ABSTRAK

Nama : Delvi Sintia Reni

Program Studi : PPDGS Prostodonsia

Judul : Perbandingan hasil pengukuran dimensi vertikal oklusi antara software apikal dengan teknik Knebelman dan sefalometri pada pasien tidak bergigi

Tujuan : Untuk mengetahui pengukuran DVO dengan analisis foto digital menggunakan software Apikal (aplikasi dimensi vertikal) dan sefalometri dengan analisis Ricketts yang dapat membantu pengukuran DVO secara langsung pada wajah.

Metode : Sampel yang diperoleh 15 sampel dengan kriteria kehilangan seluruh gigi pada rahang atas dan bawah minimal 6 (enam) bulan. Kemudian dilakukan pengukuran pada dimensi vertikal oklusi menggunakan software Apikal (aplikasi dimensi vertikal), teknik Knebelman dan sefalometri dengan analisis Rickett.

Hasil : Pengukuran DVO menggunakan teknik knebelman dan apikal digital menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan atau nilai $p > 0.05$ (0.052) sedangkan Pengukuran DVO menggunakan teknik knebelman dan menggunakan foto sefalometri menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan atau nilai $p < 0.05$ (0.004)

Kesimpulan : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar hasil pengukuran dimensi vertikal secara tidak langsung dengan menggunakan teknik knebelman dan secara langsung menggunakan apikal digital serta Terdapat perbedaan yang signifikan antar hasil pengukuran dimensi vertikal secara langsung dengan menggunakan teknik knebelman dan secara tidak langsung menggunakan foto sefalometri

Kata Kunci : dimensi vertikal oklusi, Knebelman, Sefalometri, Foto Digital

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Dimensi Vertikal	7
2.2. Posisi rahang bawah pasien pada saat penentuan dimensi vertikal ...	9
2.3. Pengukuran Dimensi Vertikal Oklusi	9
2.3.1. Pengukuran dimensi vertikal oklusi secara langsung	9
2.3.1.1 Pengukuran wajah	10
2.3.1.2 Penelanan	11
2.3.1.3 Metode Fonetik	12
2.3.2. Pengukuran Dimensi vertikal secara tidak langsung	12
2.3.2.1 Pengukuran DVO dengan Sefalometri	12
2.3.2.2 Pengukuran DVI dengan Foto Digital	16
2.3.2.3 Aplikasi Dimensi Vertikal	17
2.3.2.3.1. <i>Input Citra</i>	17
2.3.2.3.2. <i>Preprocessing Citra</i>	18
2.3.2.3.3. <i>Resize</i>	18
2.3.2.3.4. <i>Grayscale</i>	19
2.3.2.3.5. Deteksi Wajah	20
2.3.2.3.6. <i>Haar-like Feature</i>	20
2.3.2.3.7. <i>Integral Image</i>	21
2.3.2.3.8. <i>Adaboost (Adaptive Boosting)</i>	21
2.3.2.3.9. <i>Cascade Classifier</i>	22

2.4. Metode Antropometri	23
2.4.1. Metode Knebelman	24
2.4.2.3.1. Telinga	25
2.4.2.3.2. Mata	26
2.4.2.3.3. Cara Pengukuran Metode Knebelman.....	27
BAB 3. KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN HIPOTESIS	29
3.1. Kerangka Teori	29
3.2. Kerangka Konsep	30
3.3. Hipotesis	31
BAB 4. METODE PENELITIAN	32
4.1. Jenis Penelitian.....	32
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian	32
4.3. Subjek Penelitian	32
4.4. Sampel Penelitian	33
4.5. Variabel Penelitian	33
4.6. Definisi Operasional	33
4.7. Alat dan Bahan Penelitian	34
4.8. Pengambilan data secara langsung dengan teknik <i>knebelman, Software</i> <i>apikal dan sefalometri</i>	36
4.9. Data	39
4.1. Jenis Data	39
4.2. Pengolahan Data.....	39
4.3. Analisis Data	39
4.4. Penyajian Data.....	39
4.10. Alur Penelitian.....	39
BAB 5 HASIL PENELITIAN.....	41
5.1. Karakteristik Subyek Penelitian.....	41
BAB 6 PEMBAHASAN.....	45
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengukuran dimensi vertikal menggunakan jangka sorong yang dimodifikasi..	11
Gambar 2.2 Titik penanda sefalometri lateral.....	13
Gambar 2.3 Tracing dari bidang oklusal gigitiruan penuh, bidang bispinal (antara posterior nasal spine dan anterior nasal spine) dan bidang mandibula (antara titik gonion dan titik gnation). Sudut antara bidang bispinal dan bidang rahang bawah yang diukur untuk mengevaluasi DVO.....	14
Gambar 2.4 Penentuan titik Xi, ANS, Pm. Salah satu metode untuk menemukan Titik Xi.....	15
Gambar 2.5 Metode Knebelman.....	25
Gambar 2.6 Anatomi telinga.....	26
Gambar 2.7 Anatomi Mata.....	27
Gambar 2.8 Jarak antara mata-telinga kanan. jarak antara mata-telinga kiri.....	28
Gambar 4.1 Skema Jarak Pengambilan Sampel Data Foto Digital.....	37
Gambar 4.2 Hasil Output Pengukuran DVO.....	37
Gambar 4.3 Hasil Output Pengukuran Tracing Sefalometri DVO.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 . Tabel penetapan perhitungan Knebelman.....	24
Tabel 5.1. Perbandingan pengukuran knebelman dan sefalometri.....	41
Tabel 5.2. Perbandingan pengukuran knebelman dan Apikal Digital.....	42
Tabel 5.3. Perbandingan pengukuran Sefalometri dan Apikal Digital.....	43
Tabel 5.4. Perbandingan pengukuran knebelman, sefalometri dan Apikal Digital.....	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehilangan gigi-geligi asli bisa menimbulkan banyak gangguan seperti gangguan pada fungsi pengunyahan dan penelanan, fungsi pengucapan (fonasi), estetika, dampak psikologis yang negatif juga efek sosial.¹ Gangguan pada sistem pengunyahan, juga mempengaruhi tulang, mukosa mulut dan otot. Dimana ketika gigi hilang maka akan terjadi resorpsi tulang alveolar dan berkurangnya pembentukan tulang baru. Perubahan dalam struktur tulang ini ditandai dengan adanya rotasi mandibula ke arah atas yang diikuti dengan penurunan dimensi vertikal oklusal.¹ Perubahan pada jaringan keras dan jaringan lunak di bagian ekstra oral maupun intra oral setelah kehilangan gigi dan kehilangan dukungan oklusi alami bisa menyebabkan banyak perubahan fungsional dan estetika pada semua wilayah orofasial dan sistem stomatognatik. Sehingga terjadi perubahan dimensi vertikal wajah bagian bawah.^{2,3} Pasien edentulous merupakan tantangan besar bagi dokter gigi terutama dalam penentuan Dimensi Vertikal Oklusal (DVO) untuk menyediakan prosthesis gigi tiruan lengkap fungsional dan estetis yang merupakan prosedur yang kompleks.⁴

Definisi dimensi vertikal menurut *Glossary Of Prosthodontic Terms* adalah jarak yang terdapat diantara dua tanda anatomis, yaitu setengah wajah pada bagian atas dan setengah wajah pada bagian bawah. Tanda anatomis ini berupa titik yang terdapat pada ujung hidung dan ujung dagu, dimana salah satu dari titik berada

pada jaringan yang dapat bergerak dan titik yang lainnya pada jaringan tak bergerak. Dimensi vertikal ini dibagi menjadi Dimensi Vertikal Oklusal (DVO) dan Dimensi Vertikal Fisiologis (DVF). Dimana DVO merupakan jarak antara dua titik anatomi pada posisi oklusi sentris sedangkan DVF merupakan jarak antara dua titik anatomi ketika mandibula dalam posisi istirahat fisiologis.^{5,6,7}

Menentukan dan mencatat Dimensi Vertikal Oklusal (DVO)) yang tepat dalam perawatan pasien edentulous merupakan prosedur kritis yang penting dalam pembuatan gigi tiruan.⁸ Kesuksesan gigi tiruan secara langsung terkait dengan keberhasilan rekonstruksi dimensi vertikal oklusal asli pada pemakai gigi tiruan lengkap yang menyediakan rehabilitasi yang aman dan cepat bagi fungsi sistem stomatognatik yang mengalami gangguan, adaptasi yang cepat pada pemakaian gigi tiruan, kepuasan pasien, serta perbaikan fungsi fonetik.³ Penentuan DVO yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan pada perawatan gigi tiruan lengkap. Banyak metode yang telah dianjurkan untuk menentukan dimensi vertikal pada pasien edentulous.⁸

Metode pengukuran Dimensi Vertikal Oklusal ini sendiri dibagi menjadi pengukuran secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran DV secara langsung terdiri dari pengukuran wajah, penelanan, metode fonetik, tekanan kunyah, dan metode taktil dan rumus Hayakawa. Pengukuran DV secara tidak langsung seperti dengan media foto. Foto dapat berupa foto sefalometri, foto lama pasien dan foto digital wajah pasien. Secara umum, semua teknik yang tersedia memiliki kelebihan dan bermanfaat untuk penggunaan klinis rutin.¹⁰

Knebelman menjelaskan metode *craniometrik* dan menyatakan adanya hubungan proporsional antara jarak dari dinding anterior *meatus auditorius eksternus* dengan aspek medial dari dinding lateral orbita kanan (jarak mata-ke-telinga) dan jarak dari permukaan bagian bawah anterior *nasal spine* ke titik paling anterior dan inferior dari mandibula pada saat gigi beroklusi (jarak hidung ke dagu).¹¹ Penelitian yang dilakukan oleh Morata C, dkk dengan membandingkan jarak antara mata-telinga kanan dan mata-telinga kiri berdasarkan usia, jenis kelamin dan tipe wajah menemukan bahwa jarak antara mata-telinga kiri lebih baik untuk menentukan oklusal vertikal dimensi.¹¹

Penentuan indeks morfologi vertikal dimensi oklusal menggunakan analisis sefalometrik, merupakan salah satu cara untuk menemukan solusi yang lebih baik dalam perencanaan oklusi buatan yang kompleks. Metode analisis sefalometri secara khusus memungkinkan penentuan Dimensi Vertikal Oklusal sehubungan dengan bagian-bagian kerangka kraniofasial yang tetap tidak berubah setelah kehilangan gigi.⁹ Sejalan dengan hal itu dalam laporan kasus Zielak JC, dkk didapat kesimpulan bahwa analisis Sefalometri yang dilakukan dengan baik dapat menjadi alat yang akurat dan mudah untuk membuat perencanaan perawatan dan prognostik dari pembentukan kembali dimensi vertikal oklusal sehingga lebih dapat diprediksi.¹²

Perkembangan Foto digital untuk mengukur Dimensi Vertikal Oklusal sekarang ini menghasilkan representasi yang baik, dan lebih akurat dari-pada analisis sefalometri ketika pengukuran pada jaringan lunak dibutuhkan.¹³ Hal ini didasarkan bahwa adanya perbedaan angulasi dari alat ukur (misal pasien dengan

profil cembung, berkumis atau berjanggut, berleher pendek, bibir tebal) dan adanya penekanan yang berbeda dari jaringan lunak di bawah dagu dan dasar hidung dapat menyebabkan kesalahan pengukuran. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wirahadikusumah menyimpulkan terdapat korelasi yang bermakna antara pengukuran pada wajah dan pada foto digital, sehingga analisis foto digital dapat diterapkan untuk memprediksi DVF. Sejalan dengan hal tersebut dalam perkembangan penelitian menggunakan software apikal dengan mengukur jarak dari garis interpupil ke komisura bibir (IP-Ka dan IP-Ki), dan juga pada titik subnasion dan tanda lainnya berada pada gnation (Sn-Gn) disimpulkan bahwa analisis foto digital dapat diterapkan untuk memprediksi dimensi vertikal fisiologis dengan menggunakan software Apikal.⁹

Berdasarkan Pengukuran-pengukuran Dimensi Vertikal Oklusal di atas maka penulis tertarik untuk membandingkan hasil pengukuran DVO antara Metode Knebelman, Analisis sefalometri dan Foto digital menggunakan software apikal pada pasien edentulous.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan hasil pengukuran dimensi vertikal secara langsung menggunakan teknik knebelman dan secara tidak langsung menggunakan foto sefalometri dan software apikal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum :

1. Menganalisis perbandingan hasil pengukuran Dimensi Vertikal Oklusi dengan menggunakan teknik Knebelman, foto digital dan sefalometri

Tujuan khusus :

1. Menganalisis perbandingan hasil pengukuran DVO pada pasien pengunjung RSGM Unhas dengan edentulous totalis yang ditentukan secara langsung pada wajah menggunakan Teknik Knebelman dan tidak langsung menggunakan sefalometri
2. Menganalisis perbandingan hasil pengukuran DVO pada pasien pengunjung RSGM Unhas dengan edentulous totalis, yang ditentukan secara tidak langsung menggunakan analisis foto digital dengan menggunakan *software apikal* (aplikasi dimensi vertikal) dan sefalometri
3. Menganalisis perbandingan hasil pengukuran foto digital dengan menggunakan *software apikal* (aplikasi dimensi vertikal), Teknik knebelman dan sefalometri pada pengukuran DVO pasien pengunjung RSGM Unhas

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi pengembangan ilmu : Memberikan informasi mengenai efektivitas penggunaan foto digital *software apikal* (aplikasi dimensi vertikal) dalam analisis DVO sebagai metode alternatif atau tambahan untuk melengkapi metode yang sudah ada

2. Bagi pasien : Memberikan kenyamanan pada pasien pada hasil konstruksi GTL dengan pengukuran DVO yang lebih akurat.
3. Bagi dokter gigi : Memudahkan penilaian keakuratan pengukuran DVO khususnya pada pasien yang telah mengalami penurunan dimensi vertikal serta Mendapatkan pengukuran DVO dengan analisis foto digital yang sesuai dan yang dapat diterapkan pada pasien pegunjung RSGM Unhas
4. Bagi peneliti : Memberikan informasi atau tambahan ilmu untuk pengembangan penelitian terhadap panduan pengukuran DVO.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dimensi vertikal

Mencatat hubungan rahang vertikal yang benar diyakini sebagai langkah yang sangat penting dan tidak dapat diabaikan jika fungsi dan estetika yang optimal ingin dicapai. Fungsi estetik, pengucapan dan pengunyahan, semua tergantung pada hubungan vertikal dan horizontal tertentu dari rahang bawah ke rahang atas.⁹ Penentuan dimensi vertikal yang tidak tepat bisa mengakibatkan berkurangnya efisiensi pengunyahan, resorpsi tulang alveolar, dan rasa sakit pada sendi temporomandibular joint.

Dimensi vertikal adalah hubungan yang ditentukan oleh jarak antara rahang atas dan rahang bawah, khususnya kondisi seperti oklusi.² Sejalan dengan hal itu definisi dimensi vertikal menurut *Glossary Of Prosthodontic Terms* adalah jarak yang terdapat diantara dua tanda anatomis, yaitu satu pada bagian atas dan satu pada bagian bawah. Tanda anatomis ini berupa titik yang terdapat pada ujung hidung dan ujung dagu, dimana salah satu dari titik berada pada jaringan yang dapat bergerak dan titik yang lainnya pada jaringan tak bergerak.^{5,6,7}

Dimensi vertikal dibagi menjadi dua yaitu dimensi vertikal fisiologi yaitu jarak antara 2 titik (satu di bagian hidung, dan satu lagi pada dagu) diukur ketika mandibula dalam posisi istirahat fisiologis atau ketika posisi rahang bawah saat otot elevator dan depressor dalam keadaan istirahat/fisiologis, tonus seimbang, dan kondilus dalam kedudukan rileks dalam fossa glenoideus dan Dimensi

Vertikal Oklusi (DVO) adalah jarak antara 2 titik ketika gigi dalam keadaan kontak oklusi.¹³

Seseorang yang mempunyai gigi geligi asli mempunyai ruangan antara permukaan oklusal gigi geligi ketika dalam posisi istirahat dan kepala pada posisi tegak. Ruangan ini dikenal dengan sebutan *freeway space* (FWS) atau jarak interoklusal yang ditentukan berdasarkan keseimbangan antara otot elevator dan depressor rahang bawah, dan sifat elastis keseluruhan jaringan lunak pada gigi asli. *Freeway space* ini dapat diukur secara tidak langsung dengan mencari selisih antara DVF dengan DVO pada saat gigi geligi dalam keadaan oklusi. Jarak interoklusal pada posisi istirahat (*freeway space*) sekitar 2-4 mm dilihat di daerah premolar.

Pada kasus pasien dengan *complete denture* terdapat rumus dari pengukuran dimensi vertikal oklusi yaitu :

$DVO = DVR - FS$	DVO : Dimensi Vertikal Okluasi
	DVR : Dimensi Vertikal Rest (Istirahat)
	FS : <i>Free way Space</i> (2-4mm)

Ukuran Dimensi vertikal oklusal biasanya stabil tetapi berubah setelah terjadi kehilangan gigi sehingga dokter gigi harus menentukan dimensi vertikal yang hilang ini ketika membuat gigi tiruan. Jika gigi tiruan dibuat pada ketinggian dimensi vertikal oklusal yang terlalu tinggi bisa mengakibatkan kontak gigi prematur yang dapat menyebabkan trauma pada jaringan di bawahnya, kelelahan otot, dan mulut terasa penuh, profil pasien menjadi jelek karena otot ekspresi tegang, bibir tidak dapat menutup, terjadi kliking dari gigi . Sedangkan Dimensi

vertikal oklusal yang terlalu rendah bisa mengakibatkan berkurangnya kekuatan menggigit, penampilan tampak lebih tua karena bibir kehilangan kepadatan dan terlihat terlalu tipis, sudut mulut menjadi turun dan melipat, dapat terjadi *Costen syndrome*, dengan gejala-gejala tuli yang ringan, sering pusing, dan gangguan sendi tempromandibular.⁹

2.2 Posisi rahang bawah pasien pada saat penentuan dimensi vertikal

Posisi rahang bawah pasien ternyata dipengaruhi oleh postur dan ketegangan. Oleh karena itu penentuan DV harus dilakukan pasien dalam keadaan rileks dimana ketika bidang Frankfurt sejajar lantai. Menengadahkan kepala ke belakang akan menarik rahang bawah menjauh dari rahang atas, dan menunduk ke depan akan mendorong rahang bawah lebih dekat pada rahang atas. Karena itu, kepala pasien harus tegak dan tidak ditopang bila sedang mengamati posisi istirahat fisiologis.¹⁴

2.3 Pengukuran Dimensi Vertikal Oklusi

Terdapat banyak metode penetapan hubungan rahang atau pengukuran Dimensi Vertikal yaitu secara langsung maupun tidak langsung.

2.3.1 Pengukuran Dimensi Vertikal Oklusi Secara Langsung

Pengukuran Dimensi vertikal Oklusal dengan cara langsung artinya pengukuran dilakukan secara langsung pada wajah atau mulut pasien. Metode pengukuran DVO secara langsung antara lain pengukuran wajah, penelanan, metode fonetik.¹⁵

2.3.1.1 Pengukuran wajah

Pengukuran wajah dapat digunakan untuk mengukur DVO dari pasien yang tidak bergigi. Pengukuran ini umumnya dilakukan dengan alat ukur jangka sorong. Goodfriend, dan kemudian Willis yang mempopulerkan teknik pengukuran DVO menyatakan bahwa jarak dari pupil mata ke sudut bibir adalah sama dengan jarak dari dasar hidung ke ujung dagu.

Cara pengukuran dimensi vertikal pada wajah, yaitu dengan *Willis bite gauge* dan *two dot technique*. Pada alat *Willis bite gauge*, terdapat 3 bagian penting yaitu *fixed arm* yang diletakkan di bawah hidung, *sliding arm* yang dapat digeser dan mempunyai sekrup yang diletakkan di bawah dagu serta *vertical orientation gauge* yang mempunyai skala dalam cm atau mm yang diletakkan sejajar dengan sumbu vertikal dari wajah. Pada cara *two dot technique*, dilakukan dengan mengukur 2 titik (satu pada rahang atas, satu lagi pada rahang bawah) yang ditempatkan pada daerah yang tidak bergerak yaitu di atas dan di bawah garis bibir kedua titik diukur dengan jangka sorong.¹⁵

McGee menghubungkan DVO dengan 3 pengukuran wajah yang dianggap konstan selama hidup, yaitu jarak dari tengah pupil mata ke garis yang ditarik dari sudut bibir, jarak dari glabella ke subnasion, dan jarak antara sudut mulut ketika bibir istirahat. McGee mengemukakan dua dari tiga pengukuran ini akan sama dan terkadang ketiganya akan sama satu sama lain.¹⁶

Alat yang digunakan pada pengukuran 2 titik adalah jangka sorong dan *Willis bite gauge*, karena mempunyai skala yang cocok. Walaupun berdasarkan hasil penelitian bahwa dengan jangka sorong lebih akurat dari pada *Willis bite gauge*.



Gambar 2.1: Pengukuran dimensi vertikal menggunakan jangka sorong yang dimodifikasi (sumber: Basnet B, Parajuli P, Singh R, dkk. *An anthropometric study to evaluate the correlation between the occlusal vertical dimension and length of the thumb Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 2015:7.)

2.3.1.2 Penelanan

Metode penelanan menginstruksikan pasien untuk melakukan gerakan menelan dengan rileks sampai didapat garis dari bibir atas ke ujung dagu yang segaris dengan median wajah. Selanjutnya, Posisi tersebut diukur sebagai DV istirahat. Posisi pasien dalam keadaan garis ala-tragus sejajar dengan lantai. Secara teori, bila seseorang menelan maka gigi-geligi akan berkontak sangat ringan pada fase awal penelanan. Jika dimensi vertikalnya kurang tinggi maka biasanya oklusi dari gigi tiruan tidak bias tercapai pada saat proses. Sehingga cara yang bisa digunakan yaitu dengan meletakkan segumpal malam berbentuk kerucut pada pada basis galangan gigit bawah sedemikian rupa sehingga berkontak dengan gelengan gigit atas ketika kedua rahang dibuka lebar, kemudian saliva distimulasi dengan sepotong permen atau lainnya. Kemudian gerakan menelan ludah yang berulang kali secara bertahap akan mengurangi tinggi kerucut malam tersebut untuk

memungkinkan mandibular mencapai ketinggian dimensi vertikal oklusi. Hasil yang diperoleh dari pengukuran ini dipengaruhi oleh lama perlakuan dan tingkat kelunakan dari malam yang digunakan.^{15 17.}

2.3.1.3 Metode fonetik

Pengukuran fonetik ini berdasarkan *closest speaking distance* yaitu pada saat menghasilkan suara “s” atau “sh”, tidak ada kontak antar gigi. Posisi ini digunakan sebagai panduan memprediksi DVO. Cara lain yang merupakan pengembangan metode ini adalah dengan pengucapan huruf “m” sampai didapat kontak bibir atas dan bibir bawah dalam keadaan rileks. Penggunaan *closest speaking space* adalah dianggap yang paling akurat, mudah dan praktis untuk mendapatkan DVO.

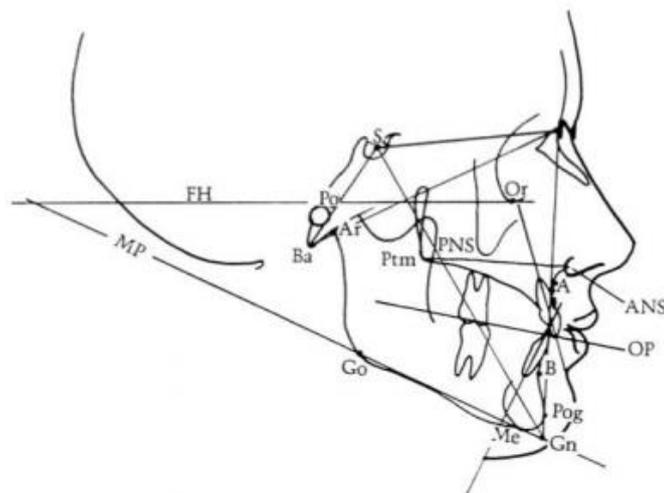
2.3.2 Pengukuran dimensi vertikal secara tidak langsung

2.3.2.1 Pengukuran dimensi vertikal oklusi dengan foto sefalometri

Sefalometri adalah ilmu yang mempelajari pengukuran-pengukuran yang bersifat kuantitatif terhadap bagian-bagian tertentu dari kepala untuk mendapatkan informasi tentang pola kraniofasial. Manfaat sefalometri radiografik adalah 1) mempelajari pertumbuhan dan perkembangan kraniofasial, 2) diagnosis atau analisis kelainan kraniofasial, 3) mempelajari tipe fasial, 4) merencanakan perawatan ortodontik, 5) evaluasi kasus-kasus yang telah dirawat ortodontik, 6) analisis fungsional pergerakan rahang bawah, 7) penelitian.¹⁹

Pada pemeriksaan sefalometri, beberapa titik tertentu ditandai dengan akurat pada radiografi, dan dilakukan pengukuran linear serta angular dari titik-titik ini.

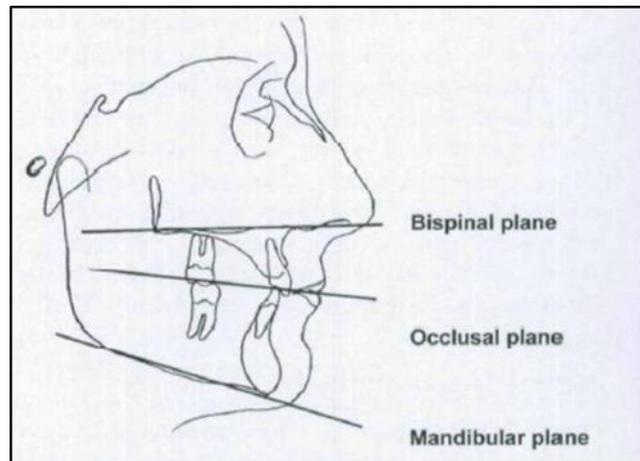
Petanda sefalometri antara lain: sella tursika, rima orbita inferior, nasion, tulang frontal, tulang hidung, maksila, Molar 1 (M1) dan incisivus sentral maksila, meatus auditorius eksternus, caput condylus, M1 dan incisivus mandibula. Jaringan lunak meliputi dahi, hidung, bibir dan dagu juga diukur. Setelah petanda tersebut diketahui, maka bidang dan sudut dapat ditentukan²⁰



Gambar 2.2 Titik petanda sefalometri lateral (sumber : . Jacobson, A 2006, 'Steiner analysis'. *Radiographic cephalometry from basics to 3-D imaging*. Quintessence Publishing Co, Limited, New Malden, Surrey, UK, hh. 71-78)

Perwujudan hasil pengukuran ini dalam berbagai cara akan menghasilkan analisis ukuran skeletal dan bentuknya. Secara tradisional, penempatan titik dan pengukuran dilakukan hanya dengan menapaki (tracing) outline pada radiografi tengkorak dan mengukur secara manual, meskipun saat ini sudah ada sistem yang digunakan secara luas untuk analisis komputer dari bentuk skeletal sesudah

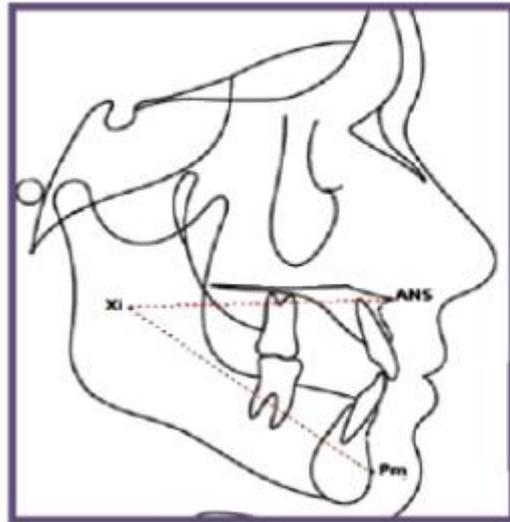
meletakkan koordinat secara manual pada radiografi. Terdapat banyak metode analisa sefalometri, antara lain, metode Downs, Steiner, Ricket's, Holdaway serta analisa profil dan jaringan lunak. Downs memperkenalkan metode analisis sefalometri radiografik.²¹



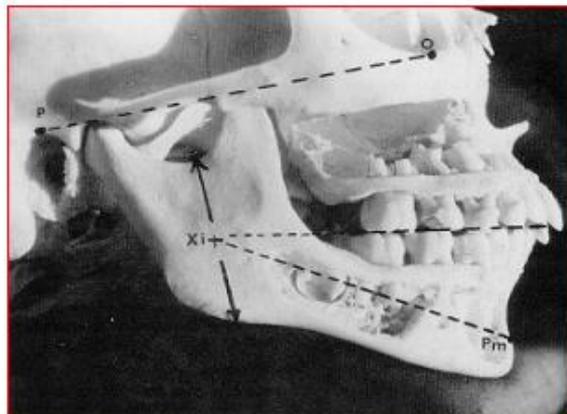
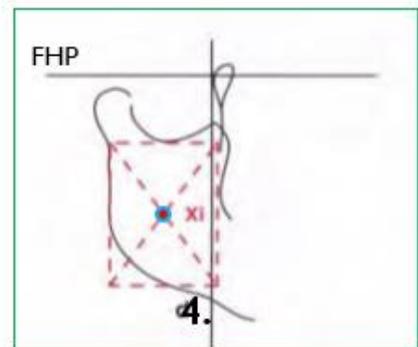
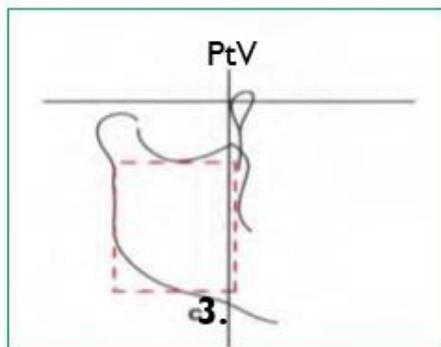
Gambar 2.3. Tracing dari bidang oklusal gigitiruan penuh, bidang bispinal (antara posterior nasal spine dan anterior nasal spine) dan bidang mandibula (antara titik gonion dan titik gnation). Sudut antara bidang bispinal dan bidang rahang bawah yang diukur untuk mengevaluasi DVO. (sumber: F. Bassi, A. Deregibus, V. Previgliano, P. Bracco, G. Preti, *Evaluation of the utility of cephalometric parameters in constructing complete denture. Part I: placement of posterior teeth J. Oral Rehabilitation*, 2012).

Pada tahun 1960 Dr. Robert Murray Rickett's menerbitkan dua *clinical paper*, pertama adalah laporan pada morfologi yg ditemukan pada 1000 kasus di klinik praktek. Dia uraikan hubungan morfologi gigi dan mengklasifikasinya, kemudian menggolongkan kondisi tersebut dengan kebutuhan klinis dan kesulitannya.²

Foto sefalometri dapat membantu pengukuran VD sehingga dimungkinkan untuk pengukuran VD yang lebih akurat. Analisis sefalometri yang digunakan dalam hal ini adalah analisis *Ricketts*. Analisis *Ricketts* sederhana karena hanya digunakan 3 poin: SNA, Pm dan poin Xi.²



- Xi = Central point of ramus
- ANS = Anterior nasal spine
- Pm = mental protuberance



Gambar 2.4 Penentuan titik Xi, ANS, Pm. Salah satu metode untuk menemukan Titik Xi— Pusat R1, R2, R3, R4. Xi Pm = Corpus Axis. Tikungan poros corpus-condyle dan busur perilakunya.⁶

2.3.2.2 Pengukuran dimensi vertikal istirahat dengan foto digital

Saat ini mulai dikembangkan pengukuran tubuh manusia melalui foto 2 dimensi dan penindai 3 dimensi. Foto wajah merupakan representasi yang baik dari tampilan klinis karena lebih akurat dibanding analisis sefalometri ketika pengukuran jaringan lunak dibutuhkan. Ketebalan, panjang, dan tonus otot wajah bervariasi, sehingga kurang tepat untuk mengevaluasi jaringan ini dengan pemeriksaan radiografis. Banyak ahli bedah plastik justru bekerja berdasarkan foto wajah dari pada radiografis.¹³

Adanya kemajuan teknologi yang pesat, pada zaman ini memungkinkan pengiriman data seperti foto wajah melalui internet, maka data pengukuran melalui foto wajah secara digital dapat diperoleh dengan cepat, media foto sendiri sudah tidak asing lagi di dunia kedokteran khususnya kedokteran gigi. Banyak penelitian yang sudah menggunakan foto digital sebagai pembanding dan alat ukur, khususnya jika berhubungan dengan wajah. Telah diteliti proporsi golden ratio wajah dengan melakukan pengukuran pada foto digital efek peningkatan DV pada estetik wajah dengan menggunakan foto sebelum dan sesudah perawatan sebagai alat media penilaian efek tersebut.²²

Ditemukan bahwa pengukuran dimensi vertikal fisiologis wajah dapat dilakukan pada foto wajah secara digital, menggunakan kamera foto digital dengan jarak pemotretan 56 cm antara ujung hidung subjek dengan lensa kamera, dengan ketinggian 112 cm pada tripod. Tripod digunakan dengan tujuan agak tidak terjadi pergerakan pada saat pemotretan sehingga dapat menyebabkan distorsi. Posisi

subjek adalah duduk tegak menghadap kamera, dengan posisi rahang dalam posisi istirahat.¹³ Wirahadikusumah juga menyatakan bahwa pengukuran DVF pada subjek mahasiswa FKG UI dengan menggunakan foto digital, mereka menemukan bahwa jarak dari sudut mata ke sudut bibir dan jarak dari dasar hidung ke ujung dagu dapat dilakukan secara langsung pada wajah dan secara tidak langsung pada foto digital dengan menggunakan aplikasi *Adobe Photo Shop*.¹³

2.3.2.2 Aplikasi Dimensi Vertikal (Apikal)

Aplikasi kecerdasan buatan dalam dunia kedokteran saat ini sangat berkembang terutama dalam bidang kedokteran gigi, banyak peneliti dan perusahaan yang terus mengembangkan teknologi dalam bidang medis untuk membantu proses pelayanan dan pengobatan terhadap pasien. Apikal merupakan salah satu aplikasi kecerdasan buatan yang saat ini dikembangkan dengan berbasis grafis dan statistik untuk menghasilkan hasil akhir.

Rancangan aplikasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran terhadap sistem yang akan dibuat dan dikembangkan, serta untuk memperjelas detail dan alur kerja dari aplikasi, seperti berikut.

2.3.2.2.1 Input Citra

Secara harfiah citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra merupakan suatu *output*/hasil dari suatu sistem kamera, hasil yang dapat dikeluarkan dapat berupa optik yakni foto, atau bersifat analog berupa

sinyal-sinyal video seperti gambar yang ada pada monitor televisi, atau berbentuk digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan.

Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.

Ditinjau dari segi mobilitas, citra dapat dipisahkan menjadi dua yaitu bagian yaitu, citra diam (*still image*) dan citra bergerak (*moving image*). Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Sedangkan, citra bergerak adalah kumpulan suatu citra diam yang ditampilkan dengan urutan tertentu secara berturut-turut (*sequential*) sehingga menimbulkan perasaan bergerak pada mata. ²²

2.3.2.2.2 Preprocessing Citra

Data yang sebelumnya telah diinput kemudian diolah terlebih dulu untuk menciptakan data yang seragam atau sering disebut dengan proses normalisasi data. Terdapat beberapa proses yang terjadi pada tahap ini, proses-proses tersebut sebagai berikut. ²²

2.3.2.2.3 Resize

Resize merupakan proses mengubah resolusi atau ukuran horizontal dan vertikal suatu citra, untuk mempermudah proses data untuk tahap selanjutnya. ²²

2.3.2.2.4 Grayscale

Grayscale merupakan tahap pengubahan citra yang berupa RGB menjadi citra *grayscale*. Proses pengubahan ini dilakukan dengan menghitung rata-rata dari tiap channel yaitu *Red*, *Green* dan *Blue*. Kemudian hasil rata-rata tersebut digunakan dalam tiap *pixel*. Berikut contoh perhitungan nilai *grayscale* tiap *pixel* dengan menggunakan persamaan.²²

$$Gray = (Red+Green+Blue)/3$$

Keterangan :

Gray = nilai derajat keabuan

Red = nilai *channel Red*

Green = nilai *channel green*

Blue = nilai *channel blue*

misalkan didapatkan matriks suatu citra sebagai berikut:

$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ dimana nilai dari *pixel* a yang merupakan suatu vektor tiga dimensi adalah

sebagai berikut a[23, 45, 190].

$$Gray = (23+45+190)/3$$

$$Gray = 258/3$$

$$Gray = 86$$

2.3.2.2.5 Deteksi Wajah

Pada proses pendeteksian wajah dengan menggunakan metode *Haar Cascade*, ada beberapa proses yang dilakukan sebelum akhirnya akan menghasilkan sebuah output wajah yang terdeteksi pada sebuah citra. Dalam deteksi wajah Haar Cascade, proses-proses tersebut yaitu *Haar-Like Featrure*, *Integral image*, *Adaboost (Adaptive Boosting)*, dan *Cascade Classifier*.²²

2.3.2.2.6 Haar-like feature

Untuk mendeteksi adanya fitur wajah pada sebuah citra. proses yang dilakukan yaitu memilih fitur *Haar* yang ada pada citra tersebut yang dalam metode *Haar Cascade* disebut dengan *Haar-Like feature*. Teknik yang dilakukan yaitu dengan cara mengkotak-kotakkan setiap daerah pada citra mulai dari ujung kiri atas sampai kanan bawah. Proses ini dilakukan untuk mencari apakah ada fitur wajah pada area tersebut. Dalam metode *Haar Cascade*, ada beberapa jenis fitur yang bisa digunakan seperti *Edge-feature*, *Line feature*, dan *Four-rectanglefeature*. Pada proses pemilihan fitur Haar, fitur-fitur tersebut digunakan untuk mencari fitur wajah seperti mata, hidung, dan mulut. Pada setiap kotak-kotak fitur tersebut terdiri dari beberapa pixel dan akan dihitung selisih antara nilai pixel pada kotak terang dengan nilai *pixel* pada kotak gelap. Apabila nilai selisih antara daerah terang dengan daerah gelap di atas nilai ambang (*threshold*), maka daerah tersebut dinyatakan memiliki fitur.

Untuk mempermudah dan mempercepat proses perhitungan nilai Haar pada sebuah citra, metode *Haar Cascade* menggunakan sebuah perhitungan yang disebut dengan *Integral Image*.²²

2.3.2.2.7 Integral Image

Integral image sering digunakan pada algoritma untuk pendeteksian wajah. Dengan menggunakan *integral image* proses perhitungan bisa dilakukan hanya dengan satu kali scan, memakan waktu yang cepat dan akurat. *Integral image* digunakan untuk menghitung hasil penjumlahan nilai *pixel* pada daerah yang dideteksi oleh fitur haar. Nilai-nilai *pixel* yang akan dihitung merupakan nilai-nilai *pixel* dari sebuah citra masukan yang dilalui oleh fitur *haar* pada saat pencarian fitur wajah. Pada setiap jenis fitur yang digunakan, pada setiap kotak-kotaknya terdiri dari beberapa *pixel*.²²

2.3.2.2.8 Adaboost (Adaptive Boosting)

Adaptive boosting merupakan teknik yang digunakan untuk mengkombinasikan banyak *classifier* lemah untuk membentuk suatu gabungan *classifier* yang lebih baik. Proses dari *adaptive boosting* akan menghasilkan sebuah *classifier* yang kuat dari *classifier* dasar. Satuan dari *classifier* dasar tersebut disebut dengan *weak learner*. Setelah sebelumnya dilakukan pemilihan fitur Haar, pada proses selanjutnya dalam deteksi wajah *Haar Cascade*, dengan menggunakan algoritma *adaboost* fitur pada sebuah citra akan dideteksi kembali. Tujuannya untuk

mengetahui apakah ada fitur wajah pada daerah dengan klasifikasi fitur yang lemah.

Pada *classifier* lemah akan dilakukan perhitungan dan dibandingkan dengan *classifier* lainnya secara acak. Selanjutnya dilakukan kombinasi atau penggabungan pada *classifier* lemah untuk membentuk suatu kombinasi yang linier.²²

2.3.2.2.9 Cascade classifier

Cascade classifier melakukan proses dari banyak fitur-fitur dengan mengorganisir dengan bentuk klasifikasi bertingkat. Terdapat tiga buah klasifikasi untuk menentukan apakah ada atau tidak ada fitur wajah pada fitur yang sudah dipilih.

Pada klasifikasi filter pertama, tiap subcitra akan diklasifikasi menggunakan satu fitur. Jika hasil nilai fitur dari filter tidak memenuhi kriteria yang diinginkan, hasil tersebut akan ditolak. Algoritma kemudian bergerak ke *sub window* selanjutnya dan menghitung nilai fitur kembali. Jika didapat hasil sesuai dengan *threshold* yang diinginkan, maka dilanjutkan ke tahap filter selanjutnya. Hingga jumlah *subwindow* yang lolos klasifikasi akan berkurang hingga mendekati citra yang dideteksi.

Setelah serangkaian proses seperti pemilihan fitur dan klasifikasi bertingkat maka akan didapatkan sebuah hasil pendeteksian *Open CV* merupakan singkatan dari *Open Computer Vision*. *Open CV* ini mempunyai *API (Application Programming Interface)* untuk *High level* maupun *low level*, dan terdapat fungsi yang siap pakai, baik untuk *loading*, *saving*, akusisi gambar maupun video. *Open CV* ini memiliki

lebih dari 2500 algoritma yang telah dioptimisasi. Termasuk algoritma klasik maupun algoritma-algoritma yang sudah masuk ke tahap *state of the art* untuk *computer vision* dan algoritma untuk *machine learning*. Algoritma-algoritma ini dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali wajah, objek, mengklasifikasikan gerakan manusia dalam video, mengikuti pergerakan kamera, mengikuti objek yang bergerak, mengekstrak model 3D dari suatu objek, menggabungkan citra untuk mendapatkan citra yang beresolusi tinggi, mencari gambar yang mirip dalam *data base*, menghilangkan efek mata merah dari citra hasil tangkapan kamera flash dan masih banyak lagi.

Algoritma deteksi wajah dengan menggunakan algoritma *Haar Cascade*, hasil pendeteksiannya bisa berupa wajah atau bukan wajah. Pada saat proses klasifikasi bertingkat dilakukan maka, pada citra tersebut akan ditandai dengan sebuah *rectangle* pada daerah wajah yang terdeteksi dan apabila tidak ada wajah terdeteksi maka, citra tersebut tidak akan ditandai oleh sebuah *rectangle*. Setelah wajah terdeteksi selanjutnya pembacaan *landmark* pada bagian-bagian wajah menggunakan algoritma *facial landmarks*.²²

2.4. Metode Antropometri

Metode antropometri merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk penentuan DVO. Leonardo da Vinci dan Mc Gee (1947) menyatakan terdapat hubungan antara DVO dengan berbagai pengukuran antropometri.²³ metode antropometri telah banyak diteliti oleh beberapa ahli yaitu metode Willis, metode

Mc.Gee, metode Leonardo da Vinci, metode Bruno, metode Knebelman, panjang jari , Panjang hidung, dan lain-lain.²⁴

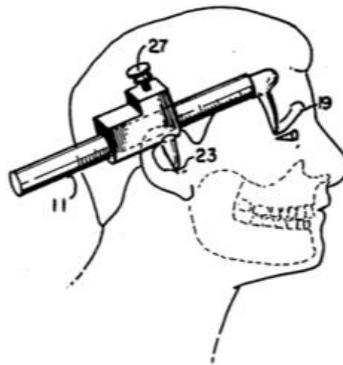
2.4.1. Metode Knebelman

Knebelman menggambarkan metode kranimetrik dan mengusulkan hubungan proporsional antara jarak dari dinding anterior *meatus auditorius eksternus* dengan aspek medial dinding lateral orbita kanan (jarak mata-telinga) dan jarak dari permukaan bawah tulang belakang anterior hidung ke titik paling anterior dan inferior mandibula dengan gigi dalam oklusi (jarak hidung-dagu). Pengukuran Knebelman menunjukkan bahwa hubungan tersebut disesuaikan dengan faktor yang tergantung pada ukuran tengkorak, untuk setiap milimeter peningkatan pengukuran mata-telinga (dibuat antara 60 dan 80 mm), dibuat pengurangan 0,1 mm, dimulai dengan - 5 mm saat pengukuran mata-telinga adalah 60 mm ke titik terendah 3 mm saat pengukuran mata-telinga adalah 80 mm. Teknik ini telah digambarkan sebagai metode yang mudah, murah, dan non-invasif yang dapat digunakan untuk menentukan DVO.²⁵

TABLE A

First measurement	Factor	Factored Distance
60 mm	-5.0 mm	55.0 mm
65 mm	-4.5 mm	61.5 mm
70 mm	-4.0 mm	66.0 mm
75 mm	-3.5 mm	71.5 mm
80 mm	-3.0 mm	77.0 mm

Tabel 2.1. Tabel penetapan perhitungan Knebelman (sumber : Knebelman S. *The Craniometric Method For Establishing Occlusal Vertical Dimension*. U.S. Patent No. 4718850. Wynnewood, Pa.: Craniometrics, Inc., 1987).

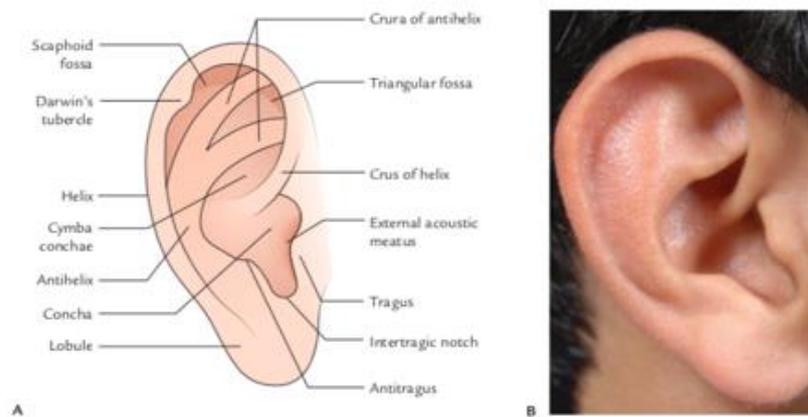


Gambar 2.5. Metode Knebelman (sumber : Knebelman S. *The Craniometric Method For Establishing Occlusal Vertical Dimension*. U.S. Patent No. 4718850. Wynnewood, Pa.: Craniometrics, Inc., 1987).

2.4.1.1 Telinga

Daerah temporal merupakan pelipis, bagian superfisial dari posterior kepala sampai ke mata, dengan kata lain bagian terdalam dari tulang tengkorak. Daerah auricularis pada masing-masing sisi kepala terdiri dari bagian eksternal telinga yang merupakan fitur yang menonjol. Bagian eksternal telinga terdiri dari daun telinga dan meatus akustikus eksternal. Daun telinga mengumpulkan gelombang suara. Meatus akustikus eksternal adalah saluran yang dilalui untuk mentransmisikan gelombang suara ke telinga tengah pada bagian dalam tengkorak. Dari auricle adalah helix yang berakhir pada bagian inferior lobul,

tonjolan daun telinga yang berdaging. Puncak atas heliks biasanya sejajar dengan alis dan glabella, dan lobul terdapat pada bagian proksimal dari bagian bawah hidung. Tragus merupakan bagian terkecil dari daun telinga anterior hingga bagian meatus akustikus eksternal. Tragus merupakan sisi dari daun telinga, yang fleksibel ketika diraba karena tersusun atas tulang rawan. Lapisan lain yang berlawanan dengan jaringan tragus disebut dengan antitragus. Antara tragus dan antitragus terdapat lubang kecil, yang disebut intertragic notch. Meatus akustikus eksternal dan tragus merupakan tanda yang sangat penting dalam pengambilan gambaran radiografi.²⁶

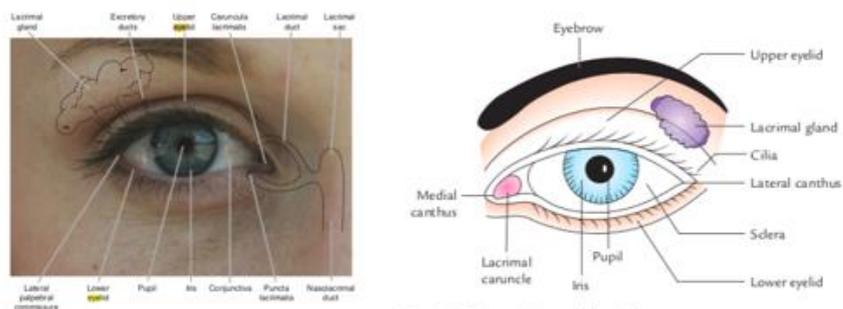


Gambar 2.6. Anatomi telinga. (sumber : Singh V. *Textbook of anatomy head, neck, and brain* volume III. 2nd ed. India, New delhi : Elsevier ; 2014. p. 3.)

2.4.1.2 Mata

Bagian mata pada setiap sisi kepala, bola mata dan semua jaringan pendukungnya tersusun atas tulang soket atau orbit, yang terbentuk dari berbagai jenis tulang tengkorak. Mata umumnya dekat dengan titik tengah dari bagian vertikal kepala. Lebar mata sama dengan jarak antar kedua mata. Bagian berwarna putih dari bola

mata disebut sklera, pusat dari pewarnaan, disekitar iris. Bagian depan dari titik tengah iris terdapat pupil, yang terlihat hitam dan mengalami perubahan ukuran sebagai respon dari kondisi cahaya. Kelopak mata bagian atas dan bawah berfungsi sebagai pelindung bola mata. Pada bagian belakang kelopak mata atas, terdapat kelenjar air mata yang memproduksi cairan air mata. Konjungtiva merupakan membran yang halus dan tipis yang melapisi bagian dalam dari kelopak mata dan bola mata. Bagian luar tempat bertemunya kelopak mata atas dan bawah merupakan lateral canthus. Bagian dalam dari mata adalah medial canthus. Canthi sangat penting sebagai tanda (*landmarks*) dalam pengambilan radiografi ekstraoral.²⁶



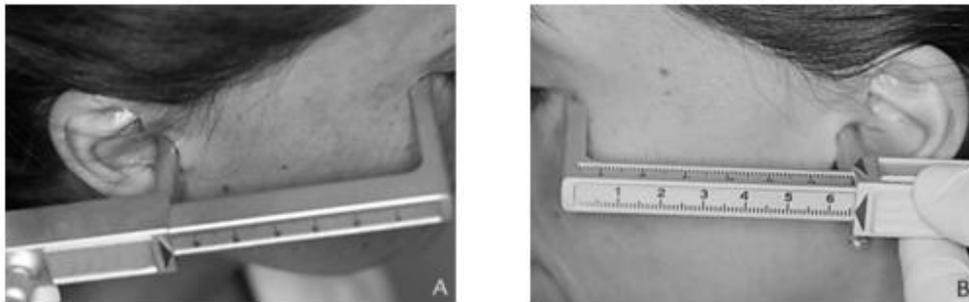
Gambar 2.7. Anatomi mata. Sumber : Singh V. *Textbook of anatomy head, neck, and brain* volume III. 2nd ed. India, New delhi : Elsevier ; 2014. p. 5. (4B) Sumber : James LH, Leslie PG. *Textbook of head and neck anatomy*. 4th ed. Philadelphia : Wolters Kluwer ; 2010. p. 164.

2.4.1.3. Cara Pengukuran Metode Knebelman

Jarak antara *landmark* anatomi dalam menentukan Dimensi Vertikal Oklusi menurut metode Knebelman meliputi jarak mata-ke-telinga kanan dan kiri (jarak antara aspek medial dari dinding lateral orbit dan dinding anterior *meatus*

auditorius. Menggunakan pengukuran berdasarkan Knebelman, prosedur sebagai berikut:¹¹

1. Mengukur jarak antara mata-telinga dilakukan dengan ujung lengan bawah alat ditempatkan ke dinding anterior *meatus auditorius eksternal* kanan, tegak lurus terhadap bidang sagital kranium; ujung lengan atas perangkat ditempatkan terhadap aspek medial dari dinding lateral orbit kanan. Pengukuran dilakukan dengan tekanan minimal untuk menghindari kompresi berlebihan struktur anatomi dan ketidaknyamanan.
2. Prosedur yang sama dilakukan untuk sisi kiri tempurung kepala



Gambar 2.8. Jarak antara mata-telinga kanan. jarak antara mata-telinga kiri. (sumber : Morata C, Pizarro A, Gonzalez H, Zambra FR. *A Craniometry-Based Predictive Model to Determine Occlusal Vertical Dimension*. The J Of Prosth Dent, 2019).