

**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL ISTIRAHAT
ANTARA SOFTWARE APIKAL BERBASIS ANDROID DENGAN TEKNIK WILLIS
PADA PASIEN TIDAK BERGIGI**



Oleh:

Andres Jordan Siahay

J012 21 1001

Pembimbing:

1. Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp. Pros(K)

2. Dr. drg. Ike Damayanti Habar, Sp Pros(K)

PROGRAM PENDIDIKAN MAGISTER KEDOKTERAN GIGI

KONSENTRASI ILMU KEDOKTERAN GIGI KLINIK

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

TESIS

**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL ISTIRAHAT
ANTARA SOFTWARE APIKAL BERBASIS ANDROID DENGAN TEKNIK WILLIS
PADA PASIEN TIDAK BERGIGI**

Andres Jordan Siahay

J012 21 1001



Tesis Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Magister Ilmu Kedokteran Gigi

PROGRAM PENDIDIKAN MAGISTER KEDOKTERAN GIGI

KONSENTRASI ILMU KEDOKTERAN GIGI KLINIK

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2023

PENGESAHAN TESIS

**PERBANDINGAN HASIL PENGUKURAN DIMENSI VERTIKAL ISTIRAHAT
ANTARA *SOFTWARE APIKAL BERBASIS ANDROID* DENGAN TEKNIK
WILLIS PADA PASIEN TIDAK BERGIGI**

Disusun dan diajukan oleh

ANDRES JORDAN SIAHAY
J012211001

Telah disetujui,
Makassar, Juli 2023

Pembimbing Pertama

Prof. Dr. drg. Edy Machmud, Sp. Pros (K)
NIP. 19631104 199401 1 001

Pembimbing Kedua

Dr. drg. Ike Damavanti Habar, Sp. Pros (K)
NIP. 19750729 200501 2 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Magister kedokteran gigi
Fakultas Kedokteran gigi
Universitas Hasanuddin



Firdaus Akbar, drg., MARS., Ph.D
NIP. 198550826 201504 001

Dekan
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



Irfan Sugianto, drg., M.Med.ed., Ph.D
NIP. 19810215 200801 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Andres Jordan Siahay

NIM : J012211001

Program Studi : Magister Ilmu Kedokteran Gigi

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis ini adalah hasil karya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan tesis. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2023

menyatakan
Andres Jordan Siahay



PRAKATA

Syaloom, Segala puji bagi Tuhan Yesus yang telah memberikan kemudahan sehingga saya dapat menyelesaikan Tesis dengan judul **“Perbanding Hasil Pengukuran Dimensivertikal Istirahat Antara Software Apikal Berbasis Android Dengan Teknik Willis Pada Pasien Tidak Bergigi”** dengan tepat waktu. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar - besarnya kepada yang terhormat:

1. Drg. Irfan Sugianto, M.Med.Ed.,Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin periode 2023-2027.
2. Prof. Dr. Edy Machmud, drg.,Sp.Pros (K). sebagai Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
3. Dr Ike Damayanti Habar, drg.,Sp.Pros (K). sebagai Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. Fuad Husain Akbar, drg.,MARS.,Ph.D. sebagai Ketua Program Studi Magister Kedokteran Gigi, Penasehat Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
5. Prof. Moh. Dharma Utama, Ph.D., Sp. Pros (K) sebagai Dosen dan Penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
6. Prof. Dr. drg Bahrudin Thalib, M.Kes., Sp. Pros (K) sebagai Dosen dan Penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.
7. drg Irfan Dammar, Sp.Pros (K) sebagai Dosen dan Penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap hasil penelitian ini.

8. Seluruh staf Dosen dan staf Administrasi Magister Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin yang sudah memberikan pengajaran dan terkhusus Ibu Fatmawati yang sudah membantu selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman mahasiswa/mahasiswi Angkatan III tahun 2021 (drg Irfani, drg Sutiyo, drg Mia, drg Seli, drg Sandri, drg Ona, drg Elsa, drg Lina, drg Atun, drg Ditta, drg Fany, drg Hilma, dan Ketua Kelas Mba Eda) terima kasih atas kekompakan dan kebersamannya selama menuntut ilmu semoga yang terbaik untuk kita semua.
10. Terkhusus kepada:
 - Istriku tercinta Christine R Wehantouw terima kasih atas bantuan, doa yang tak pernah putus serta dukungan moril maupun materil selama penulis menjalani proses Pendidikan.
 - Orang tua serta Papi dan Mami yang selalu mendukung dan mendoakan selalu menjadi support sistem paling terbaik selama penulis menjalani proses Pendidikan.
 - Orang tua serta Ayah dan Ibu Mertua yang selalu mendukung dan mendoakan selalu menjadi support sistem paling terbaik selama penulis menjalani proses Pendidikan.
 - Seluruh Keluarga Besar, saudara, sahabat teman dan orang – orang tersayang, terima kasih atas inspirasinya support dan kasih sayangnya, bantuan dan kerja samanya selalu mendoakan yang terbaik, terima kasih untuk semuanya. Akhirnya dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang setulus - tulusnya serta penghargaan kepada semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dan semoga Tuhan Yesus selalu melimpahkan rahmat, ridha dan karuniaNya kepada kita semua dan berkenan menjadikan Tesis ini bermanfaat.

Palu, Juli 2023

Andres Jordan Siahay

ABSTRAK

ANDRES JORDAN SIAHAY. *Perbandingan Hasil Pengukuran Dimensi Vertikal Oklusi antara Software Apikal Berbasis Android dan Teknik Willis pada Pasien Tidak Bergigi* (dibimbing oleh Edy Machmud, Ike Damayanti Habar, Mohammad Dharmautama, Bahruddin Talib, Irfan Dammar, dan Acing Habibi Mude).

Penerapan teknologi digital dalam kurikulum kedokteran gigi telah dimulai secara global dan menjangkau berbagai tingkat penetrasi, bergantung pada sumber daya dan permintaan lokal. Salah satu tantangan terbesar dalam pendidikan digital adalah kebutuhan untuk terus beradaptasi dan menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi dan menerapkannya untuk praktik dokter gigi. Penelitian ini bertujuan menerapkan teknologi digital dalam pengukuran dimensi vertikal pada pasien tidak bergigi menggunakan teknik willis dan software apikal berbasis android dan mengetahui pemilihan perawatan dengan pengukuran dimensi vertikal secara baik. Pengambilan sampel melalui kriteria inklusi, yaitu minimal kehilangan enam bulan. Setelah itu, pengambilan data pasien dengan mengambil pengukuran dimensi vertikal istirahat melalui teknik willis dan selanjutnya dikurangkan 2-4 mm untuk mendapatkan dimensi vertikal oklusi (DVO). Kemudian, pengambilan foto digital menggunakan aplikasi perangkat lunak apikal berbasis android menggunakan *smartphone*. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan nilai ukuran antara teknik willis dan software apikal berbasis android. dengan nilai signifikan >0.05 (0.415*).

Kata kunci: dimensi vertikal oklusi, digital, *cephalometry*, *complete denture*



ABSTRACT

ANDRES JORDAN SIMAY. *The Measurement of Vertical Dimensions of Occlusives Using Digital Photos with Apical Software Analysis in Patients Without Teeth* (supervised by Eddy Machmud, Iko Damayanti Hidar, Mohammad Dharmantama, Bahuddin Lalih, Ifan Dammar, and Achiq Habibie Mudo)

The aim of this research is to find out the DVO measurement with digital photo analysis using Apikal software (vertical dimension application) and which can help measure DVO directly on the face. Objectives: The application of digital technology in dentistry curricula has started globally and is reaching various levels of penetration depending on local resources and demand. One of the biggest challenges in digital education is the need to constantly adapt and adapt to technological developments and apply this to dental practice. Methods: sampling through the inclusion criteria which is a minimum loss of 6 months, after that patient data is collected by taking the vertical dimension measurement of the Willis break technique and after that it is reduced by 2-4 mm to get the vertical dimension of occlusion (DVO) and then taking digital photos using the apikal software application based on android using a smartphone. The results: There is no difference in size values between the Willis technique and Android-based apikal software with a significant value $>0.05(0.415^*)$.

Keywords: vertical dimension of occlusion, digital photo, cephalometry, complete denture



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	8
1.3. Tujuan Penelitian	8
1.4. Manfaat Penelitian	9
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Dimensi Vertikal	10
2.2. Posisi rahang bawah pasien pada saat penentuan dimensi vertikal ...	15
2.3. Kesalahan pada penentuan dimensi vertical oklusi	16
2.4. Pengukuran Dimensi Vertikal	17
2.4.1. Pengukuran dimensi vertikal secara langsung	17
2.4.1.1 Pengukuran wajah <i>Willis</i>	17
2.4.1.2 Penelanan	18
2.4.1.3 Metode Fonetik	19
2.4.1.4 <i>Bitting Forces</i>	19
2.4.2. Pengukuran Dimesnis vertical secara tidak langsung	20
2.4.2.1 Pengukuran DVI dengan Foto Digital	21
2.4.2.2 Aplikasi Dimensi Vertikal	22
2.4.2.2.1. <i>Input Citra</i>	23
2.4.2.2.2. <i>Preprocessing Citra</i>	23
2.4.2.2.3. <i>Resize</i>	24
2.4.2.2.4. <i>Grayscale</i>	24
2.4.2.2.5. Deteksi Wajah	25
2.4.2.2.6. <i>Haar-like Feature</i>	25
2.4.2.2.7. <i>Integral Image</i>	26
2.4.2.2.8. <i>Adaboost (Adaptive Boosting)</i>	26
2.4.2.2.9. <i>Cascade Classifier</i>	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
Kriteria Inklusi	32
Kriteria Eksklusi	32
4.4. Jumlah sampel penelitian	33
4.5. Variabel Penelitian	33
4.6. Definisi Operasional	34
4.7. Alat dan bahan penelitian	35
4.8. Prosedur penelitian	36
4.9. Pengolahan dan Analisis Data	38
4.10. Alur Penelitian	39
BAB 5. HASIL PENELITIAN	40
BAB 6. PEMBAHASAN.....	43
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Willis bite gauge</i> (DV)	18
Gambar 2.2 Metode Willis.....	15
Gambar 4.1 Skema jarak pengambilan sampel data foto digital	37
Gambar 4.2 Hasil output pengukuran DVI.....	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehilangan gigi-geligi asli dapat 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. Ketika gigi asli 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.^{1,2} Perubahan pada jaringan keras dan jaringan lunak di bagian ekstra oral maupun intra oral setelah kehilangan gigi dan kehilangan dukungan oklusi bisa menyebabkan banyak perubahan fungsional dan estetika pada semua wilayah orofasial dan sistem stomatognatik, sehingga terjadi perubahan dimensi vertikal wajah bagian bawah.^{2,3}

Salah satu akibat kehilangan gigi baik sebagian maupun keseluruhan adalah adanya perubahan dimensi vertikal yang akan mempengaruhi relasi rahang sehingga menyebabkan gangguan dalam fungsi mastikasi, fonetik, dan penampilan. Kasus kehilangan gigi juga dapat menyebabkan perubahan tinggi tulang alveolar dan penurunan "*facial height*", yang hal ini berdampak pada perubahan kontur wajah.³ Perubahan kontur wajah ini akan menyebabkan perubahan penampilan seseorang, dibutuhkan penggantian gigi yang hilang menggunakan gigi tiruan untuk memperbaiki penampilan.² Pembuatan gigi tiruan penting untuk mengembalikan dimensi vertikal dan keberhasilan suatu gigi tiruan tergantung pada ketepatan penentuan dimensi vertikal. Oleh karena itu, penentuan dimensi vertikal merupakan salah satu tahap penting dalam pembuatan gigi tiruan yang bertujuan untuk mengembalikan perubahan dimensi vertikal akibat kehilangan gigi tersebut. Penentuan ini menjadi dasar dalam tahapan perawatan gigi, mulai dari penegakan diagnosis hingga terapi dari sistem stomatognatik, prosedur

rehabilitatif prostodonti, maupun prosedur rehabilitatif lainnya.⁵ Kesalahan penentuan dimensi vertikal dapat menyebabkan gigi tiruan tidak nyaman digunakan oleh pasien dan dalam jangka panjang berpotensi untuk merusak elemen pada sistem stomatognatik.⁶

Secara umum, dimensi vertikal dideskripsikan sebagai $\frac{1}{3}$ panjang wajah bagian bawah. Terdapat 2 macam dimensi vertikal, yaitu dimensi vertikal istirahat, DVI (*physiologic rest position*) dan dimensi vertikal oklusal DVO (*occlusal vertical dimension*). Apabila dimensi vertikal tidak ditentukan dengan tepat, hasilnya bukan hanya kehilangan efisiensi pengunyahan, tapi juga kerusakan pada residual ridge dan pada sendi temporomandibula.⁵

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.^{6,7}

Menentukan dan mencatat Dimensi Vertikal Istirahat (DVI) yang tepat dalam perawatan pasien edentulous merupakan prosedur kritis yang penting dalam pembuatan gigi tiruan.³ Kesuksesan gigi tiruan secara langsung terkait dengan keberhasilan menentukan dimensi vertikal 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 dimensi vertikal yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan pada perawatan gigi tiruan lengkap. Banyak metode yang telah dianjurkan untuk menentukan dimensi vertikal pada pasien edentulous.⁸

Hubungan maksila dan mandibular tetap menjadi hal yang menjadi perhatian utama, khususnya dalam pembuatan gigi tiruan lengkap, posisi tulang mandibular pada bidang vertikal masih merupakan tahap tersulit, khususnya berkaitan dengan perubahan dari jaringan keras dan

jaringan lunak wajah akibat kehilangan gigi. Dimensi vertikal adalah hubungan yang ditetapkan oleh besarnya jarak antara rahang atas dan rahang bawah dalam kondisi tertentu. Pasien yang telah kehilangan gigi – gigi alaminya dan harus memakai gigi tiruan, *hubungan ini ditetapkan oleh jarak vertikal antara rahang atas dan rahang bawah pada pasien kehilangan gigi alaminya untuk pembuatan gigi tiruan pada pasien tidak bergigi* hubungan rahang atas dan rahang bawah perlu ditentukan kembali pada pasien pasien tidak bergigi untuk pembuatan gigi tiruan .⁴

Terdapat bermacam-macam metode penetapan hubungan rahang atau pengukuran dimensi vertikal, pengukuran dimensi vertikal dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung, pengukuran dimensi vertikal secara langsung terdiri dari pengukuran wajah, penelanan, metode fonetik, tekanan kunyah, dan metode taktil dan rumus *Hayakawa*. Banyaknya metode pengukuran wajah untuk mengukur dimensi vertikal membuat pilihan dokter gigi lebih bervariasi, seperti dengan menggunakan metode *Willis*, *McGee*, *Hurst* dan *Hamm*. Alat yang digunakan pun bermacam-macam, seperti *Sorensen profile scale*, *Willis bite gauge*, *Boley gauge*, dan *TOM gauge*.^{4,9}

Pengukuran dimensi vertikal secara tidak langsung seperti dengan media foto, berupa foto sefalometri, foto lama pasien dan foto digital wajah pasien. Analisis sefalometri telah digunakan sebagai data tambahan yang berharga pada penelitian dan diagnosis di kedokteran gigi.^{2,4}

pentingnya menentukan dimensi istirahat

Perkembangan foto digital untuk mengukur dimensi vertikal sekarang ini menghasilkan representasi yang baik, dan lebih akurat dari-pada analisis sefalometri ketika pengukuran pada jaringan lunak dibutuhkan. Pengukuran dimensi vertikal banyak dipengaruhi dari perbedaan angulasi pada 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.⁴

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wirahadikusumah (2011) menyimpulkan terdapat korelasi yang bermakna antara pengukuran pada wajah dan pada foto digital, sehingga analisis foto digital dapat diterapkan untuk memprediksi DVI dengan menggunakan *software adobe photoshop*.⁵

Penelitian yang sama dilakukan Purba R (2021) dengan mengukur dimensi vertikal dengan metode teknik *willis* dengan *software adobe photoshop* dan *coreldraw* hasil yang didapatkan tidak ada perbedaan signifikan antara tiga variable dalam pengukuran dimensi vertikal.⁶

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Dammar I dan Habar ID pada pasien di RSGMP UNHAS mendapatkan hasil bahwa terdapat korelasi yang bermakna hasil pengukuran dimensi vertikal teknik konvensional teknik *willis* dan *two dot* dibandingkan teknik tidak langsung foto sefalometri dan kamera DSLR dengan aplikasi *software apikal*. Kekurangan penelitian sebelumnya adalah memerlukan waktu yang lama dan kunjungan pasien berulang.

Peneliti melakukan pengembangan *software* yang sebelumnya berbasis data pada laptop ke berbasis android dengan *smartphone*. Pengguna *smartphone* pada perkembangan teknologi mekanisme kamera, Perkembangan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam mengolah hasil foto dan foto yang dihasilkan oleh *smartphone* juga mengalami peningkatan terhadap kualitas foto yang full High Definition dengan resolusi pixel yang tinggi.¹⁰

Peneliti ingin mengembangkan *software* dengan menggunakan *smartphone* berbasis android untuk pengukuran dimensi vertikal istirahat pada pasien dengan lebih mudah dan cepat, dengan perkembangan teknologi saat ini.

Jarak pengukuran pada lensa kamera ke posisi wajah dengan menggunakan *software* agak sulit dicari dan jarang digunakan pada Indonesia.⁵ Pengembangan program HL Image ++97 membantu mengukur jarak sudut mata ke komisura bibir dan jarak dasar hidung ke ujung dagu

pada hasil foto digital wajah, pada membantu menentukan jarak yang ideal yaitu 56 cm antara jarak posisi wajah ke lensa kamera DSLR atau kamare smartphome, maka peneliti mencari alternatif lain dengan *upgrade* program untuk bisa menghemat waktu dan mempunyai fungsi yang dapat mengukur foto digital wajah dengan akurat.¹¹

Peneliti menggunakan program yang mudah dipakai dan lebih cepat digunakan yaitu software apikal. Program *software* ini digunakan untuk mudah dalam pengukuran dimensi vertikal istirahat dengan foto digital, namun ternyata peneliti menemukan bahwa program ini juga efektif untuk mengukur titik-titik tertentu pada foto digital wajah. Aplikasi klinik hasil penelitian ini adalah memungkinkan pengukuran DVI dilakukan pada foto digital wajah yang diambil dokter gigi pada saat kunjungan pertama pasien. Dalam jangka panjang mungkin nantinya pengukuran DVI dapat dilakukan dengan pasien upload foto wajah, dengan adanya korelasi antara pengukuran DVI secara langsung pada wajah dan tidak langsung pada hasil foto digital, tidak tertutup kemungkinan metode pengukuran DVI wajah yang lain dapat juga dilakukan pada foto digital wajah.^{10,11}

Pada pandemi Covid19, setiap perawatan harus mengurangi non kontak pada perawatan gigi termasuk penentuan dimensi vertikal istirahat. Berdasarkan pengukuran-pengukuran Dimensi Vertikal Istirahat di atas maka penulis tertarik untuk membandingkan hasil pengukuran Dimensi vertikal istirahat antara Software Apikal berbasis android dan Metode willis pada pasien tidak bergigi.⁸

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ada perbedaan hasil pengukuran dimensi vertikal istirahat antara *Software Apikal* berbasis *Android* dengan metode *Willis* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum :

Untuk membandingkan hasil pengukuran dimensi vertikal istirahat antara aplikasi *Software Apikal berbasis Android* dengan metode *Willis*.

Tujuan Khusus :

1. Untuk menganalisis hasil pengukuran DVI pada pasien tidak bergigi, dengan menggunakan *Software Apikal berbasis Android*.
2. Untuk menganalisis hasil pengukuran DVI pada pasien tidak bergigi, dengan menggunakan *metode Willis*.
3. Untuk menganalisis perbedaan nilai rata-rata foto digital menggunakan *Software Apikal berbasis Android* pada pengukuran DVI pasien dengan nilai rata-rata pengukuran DVI secara teknik *Willis*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi pengembangan ilmu :

Memberikan informasi mengenai penggunaan foto digital *Software Apikal berbasis Android* dalam analisis DVI sebagai metode alternatif atau tambahan untuk melengkapi metode yang sudah ada.

2. Bagi pasien :

Memberikan kenyamanan pada pasien hasil konstruksi GTL dengan pengukuran DVI yang lebih akurat.

3. Bagi dokter gigi :

Memudahkan penilaian keakuratan pengukuran DVI khususnya pada pasien yang telah mengalami penurunan dimensi vertikal.

4. Bagi peneliti :

Untuk mengetahui hasil pengukuran dimensi vertikal istirahat dengan analisis foto digital dan dapat diterapkan pada pasien tidak bergigi di RSGMP Unhas.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kehilangan gigi

Kehilangan gigi merupakan suatu kondisi dimana sebagian atau seluruh gigi asli terlepas dari soketnya (tulang rahang). Hilangnya gigi dapat mengakibatkan gangguan fungsional, yaitu fungsi mastikasi, artikulasi, dan fonasi. Salah satu perawatan yang dilakukan dalam kasus gigi hilang yaitu pembuatan gigi tiruan yang akan meningkatkan kemampuan pengunyahan, kenyamanan pasien, serta menjaga kesehatan rongga mulut. Kehilangan gigi biasanya terjadi akibat penyakit periodontal, karies, dan trauma^{6,7,8}

2.2 Dimensi vertikal

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.¹²

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 atau ketika posisi rahang bawah saat otot elevator dan depressor dalam keadaan istirahat, 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 DVI dengan DVO pada saat gigi geligi dalam keadaan oklusi. Jarak interoklusal pada posisi istirahat (*freeway space*) sekitar 2-4 mm dilihat di daerah premolar.¹⁴

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.^{9,15}

2.3 Kesalahan pada penentuan dimensi vertikal

Kesalahan dalam penentuan dimensi vertikal oklusi, bisa terjadi relasi vertikal yang terlalu tinggi atau relasi vertikal yang terlalu rendah. Relasi vertikal yang terlalu tinggi mengakibatkan 1) gigitiruan tidak stabil karena permukaan oklusi gigitiruan letaknya terlalu jauh dari puncak lingir, 2) gigitiruan tidak nyaman dipakai dan otot pengunyahan terlalu lelah, 3) profil pasien menjadi jelek karena otot ekspresi tegang dan apabila terlalu tinggi, bibir tidak

dapat menutup, 4) terjadi kliking dari gigi, 5) terjadi luka pada jaringan pendukung, resorpsi tulang dan gangguan pada sendi temporomandibula. Selain itu relasi vertikal yang terlalu rendah akan mengakibatkan 1) kekuatan gigit berkurang, sehingga efisiensi pengunyahan berkurang, 2) ekspresi wajah terlihat lebih tua karena bibir kehilangan kepadatan dan terlihat terlalu tipis, sudut mulut menjadi turun dan melipat, 3) dapat terjadi *Costen syndrome*, dengan gejala-gejala tuli yang ringan, sering pusing, tinitus, nyeri saat pergerakan sendi dan nyeri bila ditekan, terjadi gejala neurologik seperti lidah terasa terbakar, nyeri sakit pada lidah dan tenggorokan, rasa nyeri kepala pada regio temporalis, gangguan pada kelenjar ludah sehingga sekresi air ludah berkurang dan mulut terasa kering.^{11,16}

2.4 Pengukuran dimensi vertikal

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

$$\text{DVO} = \text{DVR} - \text{FS}$$

DVO : Dimensi Vertikal Oklusi

DVR : Dimensi Vertikal Istirahat

FS : Free way Space (2-4mm)

Pengukuran dimensi vertikal istirahat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi posisi istirahat mandibula adalah:

- (1) Postur pasien. Postur pasien yang sesuai adalah posisi badan dan kepala tegak lurus dengan lantai dan pasien melihat lurus kedepan.
- (2) Durasi pengukuran. Posisi istirahat mandibula dapat berubah seiring berjalannya waktu.
- (3) Kondisi pasien. Kondisi neuromuskular dan kondisi psikologis pasien dapat mempengaruhi keakurasian pengukuran dimensi vertikal istirahat.^{18,19}

2.4.1 Pengukuran dimensi vertikal secara langsung

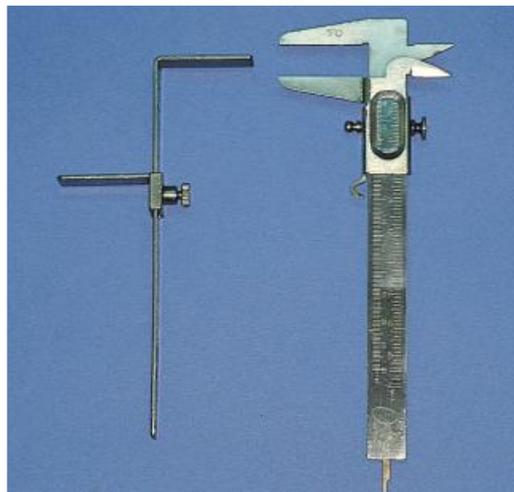
Pengukuran dengan cara langsung berarti pengukuran dilakukan langsung pada wajah atau mulut pasien. Yang termasuk dalam pengukuran DV secara langsung adalah pengukuran wajah, penelanan, metode fonetik, *biting forces* dan metode taktil.²⁰

2.4.1.1 Pengukuran wajah Willis

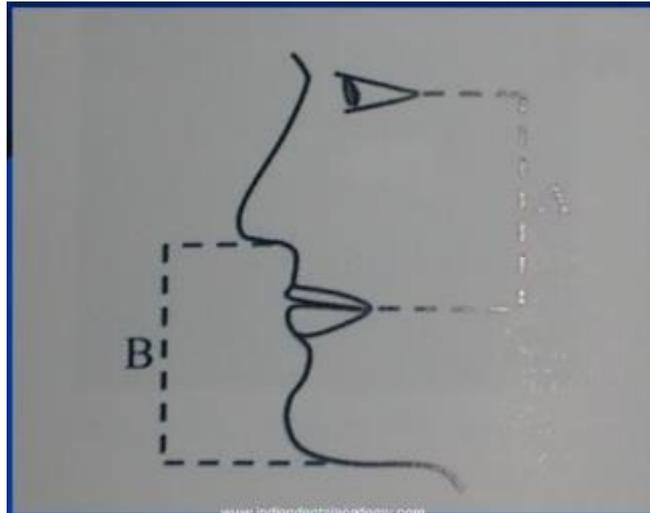
Teknik Willis

Cara pengukuran dimensi vertikal pada wajah, yaitu dengan teknik Willis dengan menggunakan alat pengukuran *Willis bite gauge*. Pada teknik Willis memperkenalkan teknik pengukuran dimensi vertikal dengan mengatakan bahwa jarak dari pupil mata ke sudut bibir adalah sama dengan jarak dari dasar hidung ke ujung dagu yang dapat diukur dengan menggunakan jangka sorong atau willis bite gauge.⁵

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.^{4,5}



Gambar 2.1. *Willis bite gauge* dengan skala yang terintegrasi, dapat digunakan untuk mengukur DVI dan DVO. Sumber : Wirahadikusumah A, Koesmaningati H, Fardaniah S. Digital Photo Analysis as a Predictor of Physiological Vertical Dimension. J Dent Indones. 2011;18(2):38–44.



Gambar 2.2 Metode Willis, jarak sudut mata ke komisura bibir = jarak dasar hidung ke ujung dagu. Sumber : Satrio R, Djati FK, Zahra AF. Laporan penelitian Dimensi vertikal oklusal , posisi kondilus mandibula terhadap fossa glenoidalis , dan kurva Spee sebelum dan sesudah insersi gigi tiruan lengkap. J Ked Gi Unpad. 2019;3(2):120–7.

McGee menghubungkan DV 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.²³

2.4.1.2 Penelanan

Pada cara ini, pasien diinstruksikan melakukan gerakan menelan dengan rileks sampai didapat garis dari bibir atas ke ujung dagu yang segaris dengan median wajah. Posisi tersebut diukur sebagai DV istirahat. Posisi pasien dalam keadaan garis *ala-tragus* sejajar dengan lantai. Pada DV istirahat, gigi geligi rahang atas dan bawah tidak berkontak, sedangkan bibir atas dan bawah dalam keadaan berkontak ringan.^{7,25}

Posisi mandibula pada awal gerakan menelan telah dipakai sebagai pedoman dalam menentukan DVO. Teorinya ialah bahwa bila seseorang menelan, gigi-giginya bertemu dalam kontak sangat ringan pada awal siklus menelan. Jika oklusi gigitiruan terus menerus hilang ketika menelan, kemungkinan DVO terlalu rendah.^{7,26}

2.4.1.3 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.^{7,26,27}

2.4.1.4 Biting forces

Pengukuran dengan cara ini memerlukan suatu alat pengukur (*bimeter*). Boos menerangkan bahwa *biting force* maksimal terjadi pada jarak antar rahang atau hampir sama dengan DVO. Namun hasil pengukuran dengan metode ini terkadang meragukan. Teorinya adalah kekuatan terbesar suatu otot terletak pada saat otot tersebut berkontraksi maksimal. Dengan alat *bimeter* ini, Boos mengukur kekuatan gigit pada berbagai dimensi vertikal dan ukuran terbesarnya dicatat sebagai *power point*. *Power point* ini letaknya bertepatan dengan posisi istirahat rahang bawah. Dimensi vertikal oklusi ditetapkan dengan mengurangi jarak tersebut dengan 1,5-2 mm.⁷

2.4.2 Pengukuran dimensi vertikal secara tidak langsung

2.4.2.1 Pengukuran dimensi vertikal dengan Software Aplikasi

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 radiografi.⁵

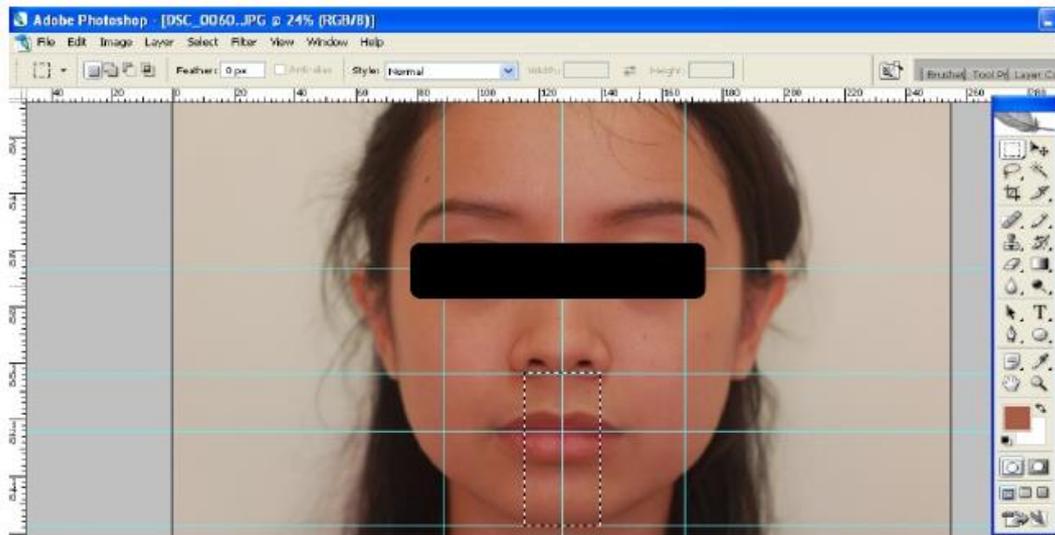
Adanya kemajuan teknologi yang pesat, pada zaman ini memungkinkan pengiriman data seperti foto wajah melalui internet, maka data pengukuran melalui foto wajah secara digital dapat diperoleh dengan cepat media foto sendiri sudah tidak asing lagi di dunia kedokteran khususnya kedokteran gigi. Banyak penelitian yang sudah menggunakan foto digital sebagai pembandingan dan alat ukur, khususnya jika berhubungan dengan wajah. Telah diteliti proporsi *golden ratio* wajah dengan melakukan pengukuran pada foto digital efek peningkatan DV pada estetika wajah dengan menggunakan foto sebelum dan sesudah perawatan sebagai alat media penilaian efek tersebut.^{5,7}

Berdasarkan Penelitian Gomes bahwa pengukuran DV pada subjek mahasiswa di Brazil dengan menggunakan foto digital, dengan mengukur jarak sudut mata ke sudut bibir dan jarak dasar hidung keujung dagu menggunakan software.⁷

2.4.2.3 Aplikasi Dimensi Vertikal (*Adobe Photoshop*)

Banyaknya metode dan alat pengukuran wajah untuk mengukur DV membuat pilihan dokter gigi lebih bervariasi. Pengukuran DV secara tidak langsung adalah dengan media foto. Foto dapat berupa foto sefalometri, foto lama pasien, dan foto digital wajah pasien. Foto digital sekarang ini dinyatakan merupakan representasi yang baik, dan secara signifikan lebih akurat dari pada analisis sefalometri ketika pengukuran pada jaringan lunak dibutuhkan. Penelitian dilakukan Andy Wirahadikusumah, di RSGMP FKG Universitas Indonesia, pada mahasiswa/i FKG UI dengan kriteria sebagai mahasiswa/i FKG UI usia 20-35 tahun, tidak sedang dalam perawatan ortodontik, tidak memakai gigi tiruan lepasan/cekat, tidak ada kelainan/pembedahan pada wajah yang dapat menyebabkan keasimetrisan, dan hubungan rahang kelas I. Lalu dilakukan pemotretan wajah subjek penelitian dengan ketentuan jarak 56cm antara lensa kamera dengan ujung hidung subjek, kamera diatas tripod. Subjek dalam posisi duduk dan melihat ke depan, kepala tegak, posisi rahang dalam keadaan istirahat/posisi DVI, garis tengah

wajah tegak lurus garis interpupil. Pengukuran jarak sudut mata ke sudut bibir dan jarak dasar hidung ke ujung dagu pada foto (melalui *software Adobe Photoshop CS2* pada komputer).⁵



Gambar 2.4 pengukuran dimensi vertikal dengan foto digital aplikasi *software Adobe Photoshop*. Sumber : Wirahadikusumah A, Koesmaningati H, Fardaniah S. Digital Photo Analysis as a Predictor of Physiological Vertical Dimension. *J Dent Indones*. 2011;18(2):38–44.

2.4.2.4 Aplikasi Dimensi Vertikal (*CorelDraw*)

Pengukuran dimensi vertikal istirahat pada foto digital dengan software dapat memudahkan dokter gigi dalam penentuan dimensi vertikal. Penelitian yang dilakukan oleh Purba R pada 30 mahasiswa kedokteran gigi sriwijaya dengan menggunakan kamera DSLR untuk foto digital, jarak foto 50 cm , posisi pasien tegak lurus sejajar dengan lantai lalu hasil foto di pindahkan ke software Adobe Photoshop dan Coreldraw. Hasil di dapatkan adanya hubungan korelasi antara 3 variable yang diujikan pada pasien.⁶



Gambar 2.4 pengukuran dimensi vertikal dengan foto digital aplikasi software *CorelDraw*. Sumber : Purba R, Yasmin U, Beumaputra AP, Rizkika P. Occlusal Vertical Dimension Analyzed By Digital Photography Using Graphic Design Softwares. Maj Kedokt Sriwij.

2.4.2.5 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.

2.4.2.3.1 Input Citra

Secara harafiah 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.⁵

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.⁶

2.4.2.3.2 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.^{4,5}

2.4.2.3.3 *Resize*

Resize merupakan proses mengubah resolusi atau ukuran horizontal dan vertikal suatu citra, untuk mempermudah proses data untuk tahap selanjutnya.^{4,5}

2.4.2.3.4 *Grayscale*

Grayscale merupakan tahap perubahan citra yang berupa RGB menjadi citra *grayscale*. Proses perubahan 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.

$$Gray = \frac{Red + Green + Blue}{3}$$

Keterangan:

- *Gray* = nilai derajat keabuan
- *Red* = nilai *channelRed*
- *Green* = nilai *channelgreen*
- *Blue* = nilai *channelblue*

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].

Nilai dari derajat *grayscale* dari *pixel* a adalah sebagai berikut;

$$Gray = \frac{23+45+190}{3}$$

$$Gray = \frac{258}{3}$$

$$Gray = 86$$

2.4.2.3.5 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*.^{4,5}

2.4.2.3.6 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.^{4,5}

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.⁵

Untuk mempermudah dan mempercepat proses perhitungan nilai *Haar* pada sebuah citra, metode Haar Cascade menggunakan sebuah perhitungan yang disebut dengan *Integral Image*.⁹

2.4.2.3.7 *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*.⁹

2.4.2.3.8 *Adaboost (Adaptive Boosting)*

Adaptive boosting merupakan teknik yang digunakan untuk mengkombinasikan banyak *classifier* lemah untuk membentuk suatu gabungan *classifier* yang lebih baik. Proses dari *adaptiveboosting* 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.^{9,29,30}

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.^{9,29,31}

2.4.2.3.9 *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.^{9,29,32}

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.⁹

Setelah serangkaian proses seperti pemilihan fitur dan klasifikasi bertingkat maka akan didapatkan sebuah hasil pendeteksian Open CV merupakan singkatan dari *Open Computer Vision*. OpenCV ini mempunyai API (*Application Programming Interface*) untuk High level maupun low level, dan terdapat fungsi yang siap pakai, baik untuk loading, saving, akuisisi gambar maupun video. OpenCV 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 database, menghilangkan efek mata merah dari citra hasil tangkapan kamera flash dan masih banyak lagi.^{9,31,32}

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*.^{9,31,32}