



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**SISTEM DETEKSI DETAK JANTUNG MELALUI WAJAH  
SECARA *COMPUTER VISION* MENGGUNAKAN METODE  
*REMOTE PHOTOPLETHYSMOGRAPH***

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



**Program Studi**

**S1 Teknik Komputer**

UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**Oleh:**

**Nicholas Philbert**

**19410200004**

---

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS DINAMIKA**

**2023**

**SISTEM DETEKSI DETAK JANTUNG MELALUI WAJAH  
SECARA *COMPUTER VISION* MENGGUNAKAN METODE  
*REMOTE PHOTOPLETHYSMOGRAPH.***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan  
Program Sarjana Teknik**



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Nicholas Philbert**

**NIM : 19410200004**

**Program : S1 (Strata Satu)**

**Jurusan : Teknik Komputer**

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**

**UNIVERSITAS DINAMIKA**

**2023**

**SISTEM DETEKSI DETAK JANTUNG MELALUI WAJAH SECARA  
COMPUTER VISION MENGGUNAKAN METODE REMOTE  
PHOTOPLETHYSMOGRAPH.**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Nicholas Philbert**

**NIM : 19410200004**

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : 27 Juli 2023

**Susunan Dewan Penguji**

**Pembimbing:**

**I. Heri Pratikno, M.T., MTCNA., MTCRE.**

NIDN 0716117302

**II. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.**

NIDN 0721047201

**Penguji:**

**Musayyanah, S.ST., M.T.**

NIDN 0730069102



Digitally signed by  
Heri Pratikno, M.T.

Date: 2023.07.28  
10:52:28 +07'00'

cn=Weny Indah  
Kusumawati, o=Undika,  
ou=Prodi S1 TK - FTI,  
email=weny@dinamika.ac.i  
d, c=ID  
2023.07.28 09:16:58 +07'00'



Digitally signed by Musayyanah  
DN: cn=Musayyanah, o=Universitas  
Dinamika, ou=S1 Teknik Komputer,  
email=musayyanah@dinamika.ac.id,  
c=ID  
Date: 2023.07.28 10:58:29 +07'00'  
Adobe Acrobat Reader version:  
2023.003.20244

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana



Digitally signed by  
Universitas Dinamika

Date: 2023.08.01  
08:26:30 +07'00'

**Tri Sagirani, S.Kom., M.MT.**

**NIDN: 0731017601**

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

UNIVERSITAS DINAMIKA



*“Hargailah semua orang yang anda temui, karena anda tidak tahu seberapa buruk atau seberapa besar masalah yang sedang mereka hadapi.”*

UNIVERSITAS  
**Dinamika**

Terima kasih kepada Orang Tua , Pacar, Saudara, Teman-teman dan Dosen-dosen saya atas dukungan dan motivasi sehingga saya mampu menyelesaikan studi saya walaupun banyak rintangan dan hal yang diluar dugaan.



UNIVERSITAS  
Dinamika

**PERNYATAAN**  
**PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Sebagai mahasiswa **Universitas Dinamika**, Saya :

Nama : **Nicholas Philbert**  
NIM : **19410200004**  
Program Studi : **S1 Teknik Komputer**  
Fakultas : **Teknologi Informatika**  
Jenis Karya : **Tugas Akhir**  
Judul Karya : **SISTEM DETEKSI DETAK JANTUNG MELALUI WAJAH SECARA COMPUTER VISION MENGGUNAKAN METODE REMOTE PHOTOPLETHYSMOGRAPH**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, Saya menyetujui **memberikan kepada Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*)** atas seluruh isi/sebagian karya ilmiah Saya tersebut diatas untuk disimpan, dialihmediakan, dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Karya tersebut diatas adalah hasil karya asli Saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya, atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini semata-mata hanya sebagai rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka Saya.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiasi pada karya ilmiah ini, maka Saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada Saya.

Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 25 Mei 2023



**Nicholas Philbert**  
NIM : 19410200004

## ABSTRAK

Dalam mendeteksi detak jantung atau memantau detak jantung menggunakan alat yang memerlukan kontak fisik, hal itu dapat menyebabkan iritasi jika dilakukan jangka panjang pada tempat yang sama. Tujuan penelitian menerapkan RPPG untuk deteksi detak jantung melalui wajah, mengetahui tingkat real time dari sistem deteksi detak jantung menggunakan RPPG, menentukan jarak optimal yang memberikan tingkat akurasi tertinggi, serta memunculkan tingkat akurasi dari RPPG. Hasil dan kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa RPPG berhasil diterapkan untuk deteksi detak jantung melalui wajah dengan tingkat akurasi sebagai berikut: 28cm terhadap smartwatch = 92.5%, terhadap alat saturasi jari = 92.1%; 40cm terhadap smartwatch = 93.2%, terhadap alat saturasi jari = 94.4%; 60cm terhadap smartwatch = 84.9%, terhadap alat saturasi jari = 84.6%; 80cm terhadap smartwatch = 89.5%, terhadap alat saturasi jari = 90%; 110cm terhadap smartwatch = 67.4%, terhadap alat saturasi jari = 67.9%. Nilai fps yang dihasilkan oleh sistem lebih dari 7 fps, maka dapat dikatakan *real time*. Penelitian ini memiliki manfaat dalam memudahkan deteksi detak jantung tanpa kontak fisik dan berpotensi untuk kemajuan dalam bidang medis. Selain itu, penelitian ini juga meningkatkan pemahaman tentang penggunaan Computer Vision dalam konteks kesehatan.

Kata Kunci: Detak Jantung, *Remote Photoplethysmograph*, *Webcam*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjarkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat yang telah diberikan-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam perjalanan menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus, karena dengan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Heri Pratikno, M.T., MTCNA., MTCRE., terima kasih atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama pelaksanaan pengerjaan Tugas Akhir dan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir.
4. Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan masukan dan solusi agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah memberikan dukungan serta bantuan sehingga terselesaikannya Laporan ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan laporan ini banyak terdapa kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik untuk memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi.

Surabaya, 27 Juli 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1 Python .....	4
2.2 Numpy .....	4
2.3 OpenCV .....	5
2.4 Photoplethysmography .....	5
2.5 <i>Remote Photoplethysmography</i> .....	6
2.6 Oximeter .....	8
2.7 Smart Watch Xiaomi Band 4 .....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	12
3.1 Persiapan Penelitian .....	12
3.2 Tahap Kerja RPPG .....	13
3.3 Diagram Alur .....	14
3.4 Input .....	15
3.5 Proses .....	15
3.6 Output .....	15
3.7 Cara kerja program dan Flowchart .....	16
3.8 Cara Kerja Sistem <i>Remote Photoplethysmograph</i> .....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	20

4.1	Pegujian Kamera atau Webcam .....	20
4.2	Pengujian Sistem <i>Remote Photoplethysmograph</i> .....	20
4.3	Pengujian Deteksi jarak wajah .....	20
4.4	Pengujian Hasil Deteksi Heartrate dan tingkat realtime .....	21
4.5	Perhitungan Akurasi .....	28
4.6	Analisis Data .....	30
BAB V PENUTUP .....		33
5.1	Kesimpulan .....	33
5.2	Saran .....	34
DAFTAR PUSTAKA.....		35
LAMPIRAN .....		37
BIODATA PENULIS .....		40



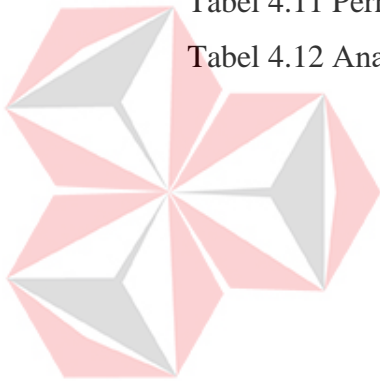
UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bahasa pemograman Python .....	4
Gambar 2.2 Logo Numpy.....	5
Gambar 2.3 Logo Library OpenCV.....	5
Gambar 2.4 Cara Kerja Photoplethysmography.....	6
Gambar 2.5 Cara Kerja <i>Remote Photoplethysmography</i> .....	7
Gambar 2.6 Oximeter .....	8
Gambar 2.7 Smart Watch Xiaomi Band 4 .....	9
Gambar 3.1 Laptop Lenovo T440P.....	10
Gambar 3.2 Region of interest.....	13
Gambar 3.3 Filter biru .....	13
Gambar 3.4 Filter merah .....	14
Gambar 3.5 Filter hijau .....	14
Gambar 3.6 Diagram Alur .....	15
Gambar 3.7 Output .....	16
Gambar 3.8 Flowchart Kerja Sistem .....	17
Gambar 3.9 Sinyal fft .....	19
Gambar 4.1 Pengambilan Data .....	22

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Pengujian Deteksi Wajah... ..	21
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sistem Marvin.....	23
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sistem Nicho .....	24
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sistem Jansen .....	25
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem Kevin .....	26
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem Vincent .....	27
Tabel 4.7 Perhitungan akurasi dengan alat saturasi jari.....	28
Tabel 4.7 Perhitungan akurasi dengan smart watch .....	28
Tabel 4.9 Perhitungan rata-rata akurasi dengan alat saturasi jari.....	29
Tabel 4.10 Perhitungan rata-rata akurasi dengan alat saturasi jari .....	29
Tabel 4.11 Perhitungan rata-rata FPS.....	30
Tabel 4.12 Analisis Data Jarak .....	30



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Source Code Sistem <i>Remote Photoplethysmograph</i> .....	36
Lampiran 2 Biodata Penulis .....	39



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi jaman sekarang sudah semakin maju dan canggih, mulai dari perkembangan komputer, kendaraan, *gadget*, dan lain-lain. Dalam bidang kesehatan juga muncul berbagai alat yang dapat membantu dokter dan perawat dalam mendeteksi atau membantu penyembuhan suatu penyakit bahkan membantu dokter untuk melakukan operasi yang sangat beresiko jika tidak presisi.

Berdasarkan data penelitian yang dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan deteksi detak jantung secara garis besar menggunakan alat yang harus melakukan kontak fisik. Sebagai contoh Rancang bangun alat deteksi tidur menggunakan *heart rate* pada *security guard* berbasis IoT (Asvian, 2019), Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan *Pulse* Sensor Berbasis Arduino Uno R3 Yang Diintergrasikan Dengan Bluetooth (Wohingati, 2013), dan Perancangan Alat Ukur Denyut Nadi Menggunakan Sensor *Strain Gauge* Melalui Media *Bluetooth Smartphone* (Sidam, 2016).

Dari beberapa penelitian sebelumnya alat yang digunakan memerlukan kontak langsung terhadap pengguna, hal tersebut dapat mengganggu kenyamanan maupun mengganggu kinerja seseorang. Selain itu jika kontak langsung terjadi dalam waktu lama dikhawatirkan menimbulkan iritasi.

*Computer Vision* adalah cabang dari ilmu komputer dan kecerdasan yang bertujuan untuk melihat dan memahami benda atau objek yang ada disekitarnya. Dengan kemampuan tersebut, computer mampu menganalisis sendiri benda yang ada didepanya sehingga informasi tersebut menghasilkan perintah tersebut. Salah satu jenis CV (*Computer Vision*) adalah *OpenCV*. *OpenCV* (*Open Computer Vision Library*) adalah *library* perangkat lunak bersifat *open source* yang memiliki kegunaan masing-masing, seperti mendeteksi sebuah objek, mengenali wajah, identifikasi objek, mendeteksi gerakan tangan, dan lain-lain (Perdananto, 2019).

Photoplethysmography (PPG) adalah teknik pengukuran berteknologi yang tidak invasif yang biasanya digunakan untuk deteksi detak jantung. Photoplethysmography mendeteksi nadi menggunakan cahaya dari lampu dioda

dengan warna tertentu pada permukaan kulit sehingga dapat mengukur volume variasi sirkulasi darah yang dideteksi dengan photodetector (Castaneda,2018). *Remote Photoplethysmography* adalah sebuah pengembangan dari *Photoplethysmography* yang dapat digunakan tanpa harus kontak fisik atau *contactless*. *Remote Photoplethysmography* menggunakan alat perekam atau *videobasedevice* yang dapat menangkap video secara langsung. Hasil dari penangkapan video diolah menggunakan *computer vision* untuk menghasilkan data detak jantung atau hasil deteksi detak jantung (X Ma, 2020).

Pada Tugas Akhir ini, penulis mengusulkan sebuah sistem deteksi detak jantung melalui wajah menggunakan webcam berbasis metode *remote photoplethysmograph*. Kontribusi utama pada Tugas Akhir ini sistem deteksi detak jantung tersebut dilakukan tanpa menggunakan sensor apapun dan tidak diperlukan kontak secara fisik, sehingga proses interaksinya lebih natural dan intuitif. Harapan penulis adalah dapat membantu masyarakat Indonesia maupun tenaga medis dalam mendeteksi detak jantung secara *real time*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat saya rumuskan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana menerapkan *Remote Photoplethysmograph* untuk deteksi detak jantung?
2. Bagaimana akurasi penerapan *Remote Photoplethysmograph* pada sistem detak jantung melalui wajah?
3. Berapa besar tingkat real time dari penerapan sistem deteksi detak jantung melalui wajah menggunakan *remote photoplethysmograph*?
4. Berapa jarak yang memiliki nilai akurasi paling tinggi pada penerapan sistem deteksi detak jantung melalui wajah?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Pengujian dilakukan menggunakan kamera laptop atau webcam.

2. Pencahayaan yang merata pada ruangan.
3. Proses deteksi detak jantung melalui wajah pada posisi diam.
4. Membutuhkan latar atau background yang tetap atau flat seperti tembok satu warna atau background serupa lainnya.

#### 1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, mendapatkan tujuan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Menerapkan *Remote Photoplethysmograph* untuk deteksi detak jantung.
2. Menghasilkan akurasi penerapan *Remote Photoplethysmograph* pada sistem detak jantung melalui wajah.
3. Mengetahui besar tingkat *real time* dari penerapan sistem deteksi detak jantung melalui wajah menggunakan *remote photopethysmograph*.
4. Menentukan jarak yang memiliki nilai akurasi paling tinggi pada penerapan sistem deteksi detak jantung melalui wajah.

#### 1.5 Manfaat

Adapun mandaat dari Tugas Akhir ini dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Memudahkan manusia dalam mendeteksi detak jantung tanpa perlu kontak langsung atau secara fisik.
2. Membantu manusia agar kedepannya dapat memanfaatkan fitur ini untuk memberi kemudahan dalam hal medis.
3. Memudahkan penulis untuk menambah pengetahuan tentang *Computer Vison* digunakan untuk hal medis atau bidang Kesehatan.



## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Python

Python merupakan Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang bisa diartikan untuk tujuan umum. Diciptakan oleh Guido Van Rossum pada tahun 1990 di negeri Belanda sebagai pengganti bahasa pemrograman. Walaupun Guido adalah orang yang pertama kali menciptakan bahasa pemrograman ini, tetapi bahasa pemrograman Python yang digunakan sekarang merupakan kontribusi dari berbagai sumber.

Python adalah sebuah bahasa pemrograman interpretatif yang mampu diterapkan dalam berbagai kebutuhan programming dengan filosofi rancangan yang 6 terfokus pada tingkat keterbacaan kode dan juga salah satu bahasa yang sering digunakan dalam bidang Machine Learning, Data Science dan *Internet of Things* (Zein, 2018).



Gambar 2.1 Bahasa Pemrograman Python  
(Sumber: (Logos-World, 2023))

### 2.2 Numpy

NumPy, yang merupakan kependekan dari Numerical Python, merupakan sebuah pustaka Python yang difokuskan pada komputasi ilmiah. Pustaka NumPy memiliki kemampuan untuk menciptakan objek array N-dimensi, yang serupa dengan daftar pada Python. Kelebihan dari array NumPy dibandingkan dengan daftar pada Python adalah penggunaan memori yang lebih efisien dan waktu eksekusi yang lebih cepat. Selain itu, NumPy juga menyederhanakan operasi

Aljabar Linear, terutama dalam hal operasi pada Vektor (array 1-dimensi) dan Matriks (array 2-dimensi).



Gambar 2.2 Logo Numpy  
(Sumber: (Numpy, 2023))

### 2.3 OpenCV

OpenCV (*Open Computer Vision Library*) adalah library perangkat lunak bersifat open source yang memiliki lisensi *BSD-Licensed product*. OpenCV memiliki lebih dari 2500 jenis algoritma yang sudah teroptimasi dan tersedia untuk memenuhi kebutuhan mengenai *Computer Vision* dan *Machine Learning*. Berbagai macam algoritma OpenCV memiliki kegunaan masing-masing, seperti mendeteksi dan mengenali wajah, mendeteksi gerakan tangan, indentifikasi objek dan lain-lain (Ramdhon, 2021).



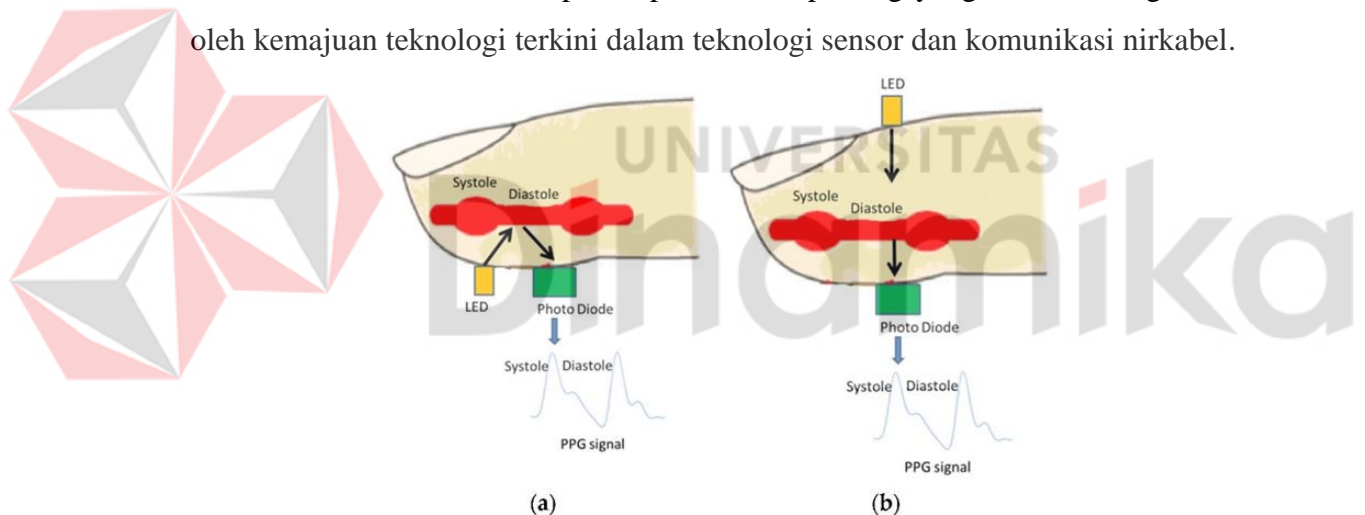
Gambar 2.3 Logo Library OpenCV  
(Sumber: (OpenCV Team, 2023))

### 2.4 Photoplethysmography

*Photoplethysmography* (PPG) adalah metode pengukuran optik sederhana dan murah yang biasa digunakan untuk tujuan pemantauan detak jantung. PPG

adalah teknologi *non-invasif* yang menggunakan sumber cahaya dan fotodetektor pada permukaan kulit untuk mengukur perubahan volume darah yang bersirkulasi. Baru-baru ini, banyak peneliti di seluruh dunia telah menunjukkan minat yang besar untuk mengekstraksi informasi berharga lainnya dari sinyal PPG selain estimasi detak jantung dan oksimetri nadi. Gelombang kedua yang berasal dari sinyal PPG berisi informasi penting terkait kesehatan.

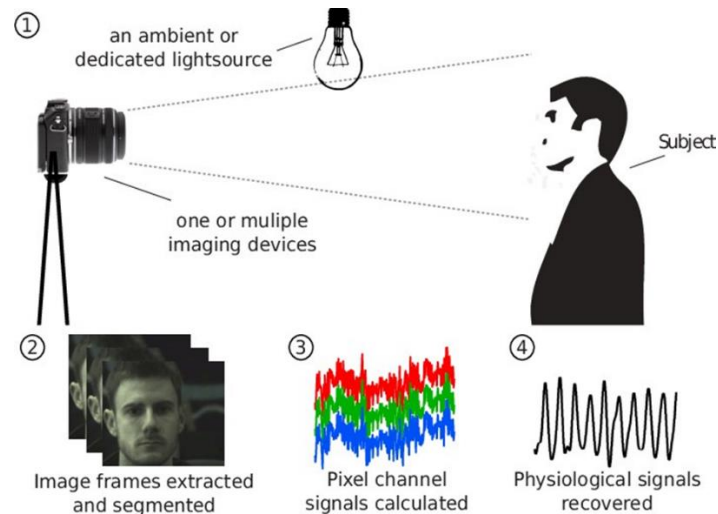
Oleh karena itu, menganalisis bentuk gelombang ini dapat membantu para peneliti dan dokter mengevaluasi berbagai penyakit kardiovaskular seperti aterosklerosis dan pengerasan pembuluh darah. Selanjutnya, studi tentang gelombang kedua yang berasal dari sinyal PPG juga dapat membantu dalam deteksi dini dan diagnosis berbagai penyakit kardiovaskular yang mungkin muncul di kemudian hari. Untuk pengenalan awal dan analisis penyakit ini, pemantauan terus menerus dan real-time merupakan pendekatan penting yang telah dimungkinkan oleh kemajuan teknologi terkini dalam teknologi sensor dan komunikasi nirkabel.



Gambar 2.4 Cara Kerja Photoplethysmography  
(Sumber: (Liu, 2020))

## 2.5 Remote Photoplethysmography

*Remote Photoplethysmography* (RPPG) adalah metode pengukuran tanpa kontak berbasis video dimana pengukuran detak jantung dilakukan dengan penangkapan hasil perubahan tingkat warna *pixel* pada permukaan kulit. Hasil pengukuran detak jantung didapatkan dari jumlah cahaya yang dipantulkan dari permukaan kulit seseorang. Metode ini sangat berguna untuk mencegah penyebaran virus atau penyakit yang dapat menular jika dilakukan kontak langsung.



Gambar 2.5 Cara kerja *Remote Photoplethysmography* (Sumber: (McDuff Daniel, 2015))

Secara sederhana Remote Photoplethysmograph adalah teknik yang menganalisis perubahan kecil pada warna kulit yang disebabkan oleh perubahan aliran darah saat jantung memompa darah ke seluruh tubuh. Hal ini dilakukan dengan merekam video wajah seseorang (biasanya dahi, pipi, atau hidung) menggunakan kamera yang dapat menghasilkan gambar dan video berkualitas tinggi.

Cara kerja rPPG menganalisis video untuk mengidentifikasi area yang paling mudah diambil sampel perubahan (seperti dahi) dan mengekstrak sinyal warna dari area tersebut. Ini dilakukan dengan menganalisis gelombang cahaya pada video. rPPG kemudian menerapkan berbagai teknik pengolahan sinyal pada sinyal, seperti analisis Fourier, untuk mendapatkan detak jantung dan parameter kardiovaskular lainnya.

Persamaan PPG dan rPPG sebagai berikut:

1. PPG dan rPPG keduanya didasarkan pada prinsip penyerapan dan pantulan cahaya untuk mendeteksi perubahan volume darah dalam pembuluh darah perifer.

Referensi: "*Photoplethysmography: Beyond the Calculation of Arterial Oxygen Saturation and Heart Rate*" oleh R. Brüser, dkk. di *Anesthesia & Analgesia* (2014).

2. PPG maupun rPPG memerlukan teknik filtrasi dan pemrosesan sinyal untuk mengekstrak informasi yang dibutuhkan. Pada PPG dan rPPG, sinyal yang didapat atau mentah perlu difilter dan diproses untuk menghilangkan noise dan mengekstrak informasi fisiologis yang dibutuhkan.

Referensi: "*A comprehensive review of photoplethysmography technology for healthcare applications: From contact to non-contact devices*" oleh H. Chen, dkk. di *Biosensors and Bioelectronics* (2018).

3. PPG maupun rPPG dapat digunakan untuk memperkirakan detak jantung dan parameter fisiologis lainnya. PPG dan rPPG keduanya dapat digunakan untuk memperkirakan detak jantung dan parameter fisiologis lainnya, seperti tingkat pernapasan dan tekanan darah.

Referensi: "*Remote PPG-Based Heart Rate Monitoring: A Review*" oleh S. Wang, dkk. di *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* (2020).

4. PPG maupun rPPG dapat di aplikasikan di berbagai bidang, termasuk kesehatan, olahraga, dan otentikasi biometrik.

Referensi: "*Photoplethysmography beyond perfusion: its relation to metabolism and interstitial fluid dynamics in various organs*" oleh H. W. M. Steinbuch, dkk. di *Physiological Measurement* (2020).

## 2.6 Oximeter



Gambar 2.6 Oximeter  
(Sumber: (Gregg Goth, 2023))

Oximeter adalah alat pengukur kadar oksigen dalam darah. Alat ini penting untuk Anda miliki karena kondisi kurangnya oksigen dalam tubuh umumnya tidak

menimbulkan gejala. Pada layar oximeter, tertera dua angka dengan arti yang berbeda. Angka yang ditandai dengan %SpO<sub>2</sub> menunjukkan saturasi oksigen dalam darah, sedangkan angka yang tertera sebagai huruf HR (heart rate) menunjukkan jumlah denyut nadi atau detak jantung Anda.

## 2.7 Smart Watch Xiaomi Band 4



Gambar 2.7 Smart Watch Xiaomi Band 4  
(Sumber: (Yordan, 2023))

Mi Band 4, adalah pelacak kebugaran populer yang diproduksi oleh perusahaan elektronik Cina, Xiaomi. Ini adalah generasi keempat dalam seri Mi Band Xiaomi, yang dirancang untuk membantu individu melacak aktivitas fisik dan memantau kesehatan mereka.

Xiaomi Band 4 memiliki desain yang ramping dan ringan dengan tali karet, membuatnya nyaman dipakai sepanjang hari. Ini memiliki layar warna AMOLED persegi panjang yang peka terhadap sentuhan yang menampilkan berbagai informasi seperti waktu, tanggal, langkah yang diambil, detak jantung, dan pemberitahuan dari smartphone yang terhubung.

Salah satu fungsi utama Xiaomi Band 4 adalah pelacakan kebugaran. Alat ini dapat memonitor langkah, jarak tempuh, kalori yang terbakar, dan pola tidur. Ini

juga dilengkapi dengan monitor detak jantung yang menyediakan pelacakan detak jantung terus menerus selama latihan dan sepanjang hari. Xiaomi Band 4 tahan air, sehingga pengguna dapat memakainya saat berenang atau melakukan aktivitas di dalam air. Ini menawarkan mode olahraga yang berbeda untuk melacak latihan tertentu seperti berlari, bersepeda, dan berenang.

Selain itu, Xiaomi Band 4 dapat terhubung ke smartphone melalui Bluetooth, memungkinkan pengguna untuk menerima notifikasi untuk panggilan, pesan, dan peringatan aplikasi langsung di pergelangan tangan mereka. Ini juga memiliki fungsi kontrol musik dasar dan fitur ramalan cuaca. Perangkat ini didukung oleh baterai isi ulang built-in yang menawarkan penggunaan beberapa hari dengan sekali pengisian daya, tergantung pada pola penggunaan individu.



UNIVERSITAS  
Dinamika

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Persiapan Penelitian



Gambar 3.1 Laptop Lenovo T440P  
(Sumber: (Lenovo, 2023))

Pada Tugas Akhir ini, sebelum melakukan pembuatan sistem, perlu disiapkan hardware yaitu komputer dengan kamera atau laptop yang memiliki modul kamera. Sebagai contoh laptop yang digunakan peneliti adalah Lenovo Thinkpad T440P. Setelah secara *hardware* sudah siap, melakukan instalasi *software*. Instalasi ini dilakukan agar program dapat berjalan dengan baik dan *library-library* yang dibutuhkan oleh program dapat terinstall sehingga program mampu berjalan tanpa kendala.

Instalasi *software* dilakukan dengan menginstal Visual Studio Code , Untuk instalasi dapat di download melalui internet atau website resmi visual studio code. Kemudian melakukan instalasi Python, untuk python menggunakan python versi 3.11, Instalasi python dapat mengunduh melalui internet atau website resmi python, pada website resmi python terdapat berbagai macam versi, disarankan untuk mendownload versi yang lama karena banyak library yang tidak kompatibel dengan seri python terbaru.

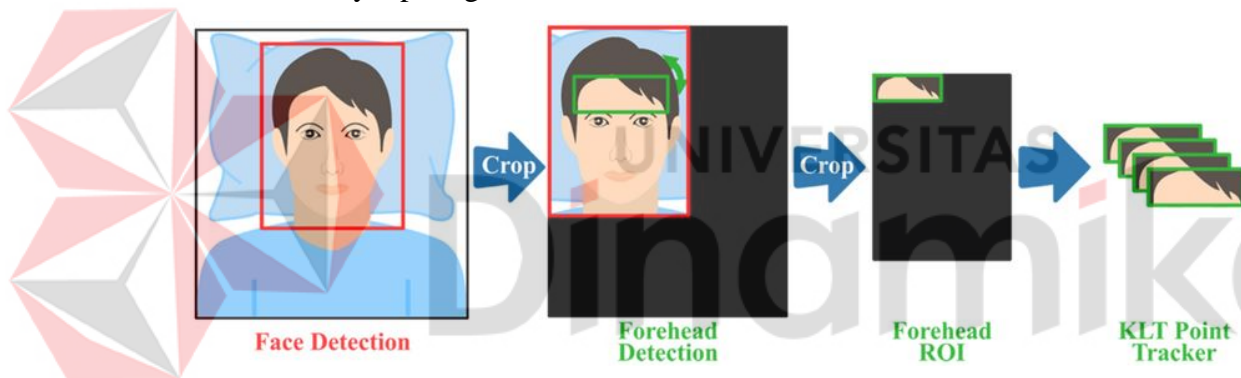


Pada saat instalasi python jangan lupa menambahkan path python ke windows sehingga pada saat penambahan library dapat dilakukan menggunakan cmd. Library yang digunakan adalah OpenCV dan Numpy lakukan penginstalan melalui cmd menggunakan “*pip install OpenCV dan Numpy.*”

### 3.2 Tahap Kerja RPPG

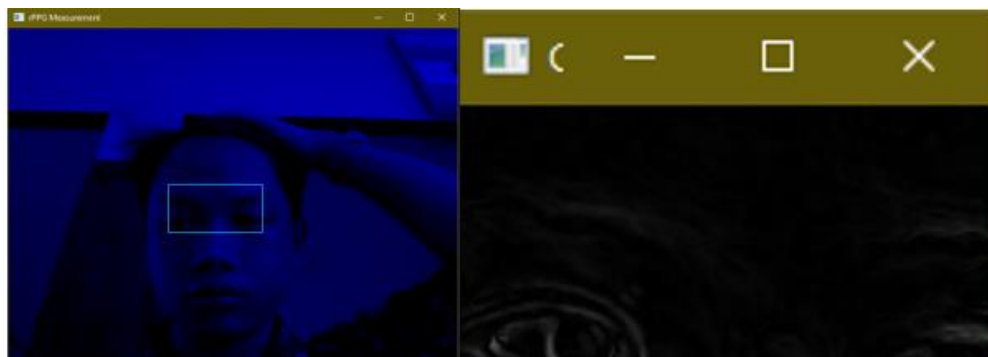
Berikut adalah tahap-tahap yang dilakukan rPPG:

1. *Pre-Processing*: adalah tahap dimana melakukan proses filter dan penghapusan Noise dari sinyal video seperti perubahan kondisi pencahayaan atau pergerakan.
2. *Region of Interest selection*: adalah tahap pemilihan area yang menarik atau pusat pengambilan sampel seperti dahi atau pipi, yang dimana mendapatkan hasil sinyal paling kuat.

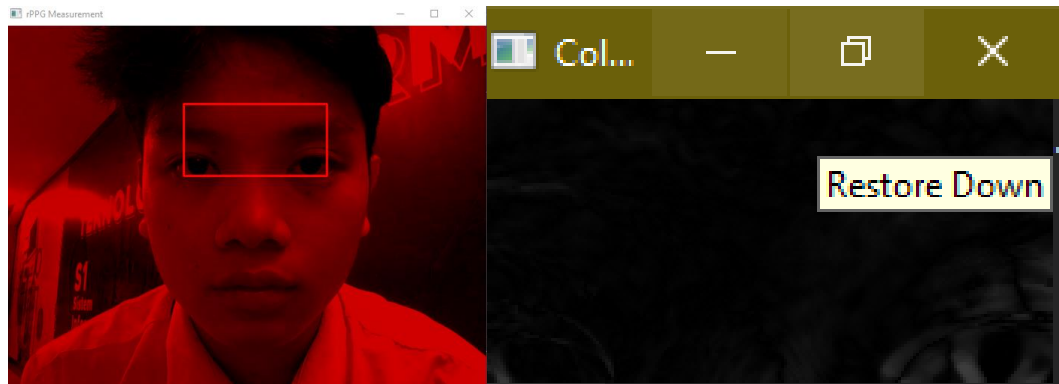


Gambar 3.2 Region of Interest  
(Sumber: (Borik, et al., 2022))

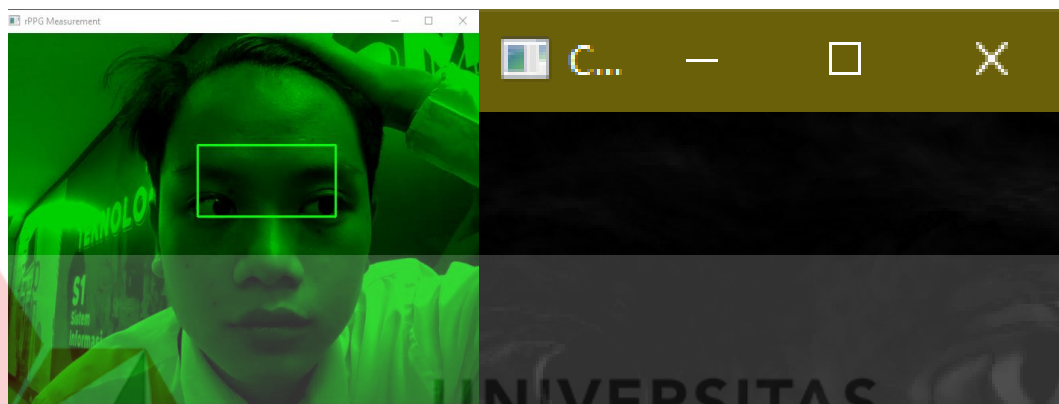
3. *Color Signal Extraction*: adalah tahap pengekstrakan sinyal warna dari wajah.



Gambar 3.3 Filter biru



Gambar 3.4 Filter merah

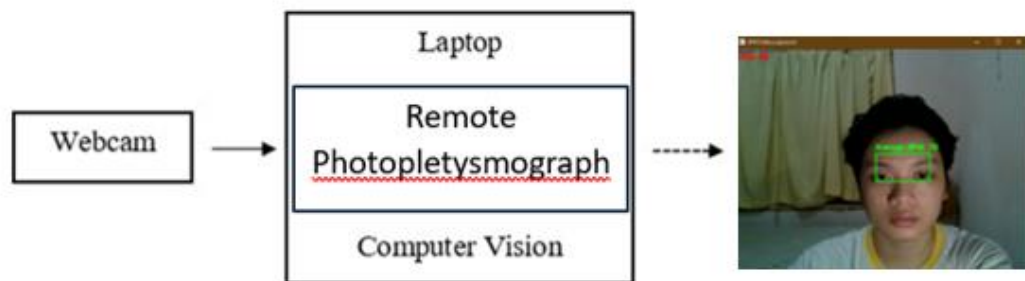


Gambar 3.5 Filter hijau

4. *Signal Processing*: adalah tahap pengolahan sinyal dimana hasil sinyal yang didapat diolah menggunakan analisis Fourier untuk mendapatkan detak jantung dan parameter kardiovaskular lainnya.

### 3.3 Diagram Alur

Diagram alur yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah data yang diambil secara *live* melalui *camera* yang nantinya diolah melalui program dan dilakukan *filtering* serta perhitungan sehingga dapat menampilkan hasil *heart rate* dan *fps* secara langsung.



Gambar 3.6 Diagram Alur

### 3.4 Input

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.6 input berasal dari *webcam* bawaan laptop penulis yaitu Lenovo Thinkpad T440P dengan Prosesor i5-4600m dan Ram 12 Gigabyte dengan intel HD *graphic*. Laptop ini dibekali oleh *webcam* atau modul kamera dengan resolusi 720P *up to* 30 fps.

### 3.5 Proses

Untuk pemrosesan data atau gambar yang didapat dari *webcam*, data yang diambil secara *live* diproses dengan perangkat keras laptop dengan bantuan *Computer Vision* menggunakan metode *Remote Photoplethysmograph*.

### 3.6 Output

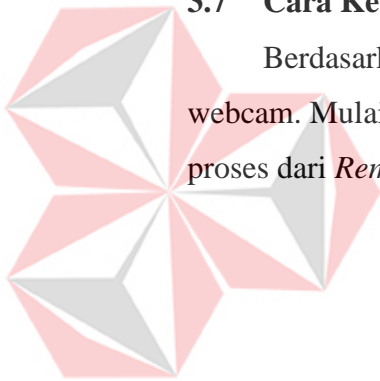
Hasil keluaran dari proses adalah muncul sebuah windows dengan live webcam terdapat kotak pada bagian wajah kemudian terdapat hasil bpm diatas kotak serta fps pada pojok kiri atas. Untuk menutup window dari hasil keluaran dapat menekan tombol q pada keyboard atau menekan gambar stop pada software visual studio code.



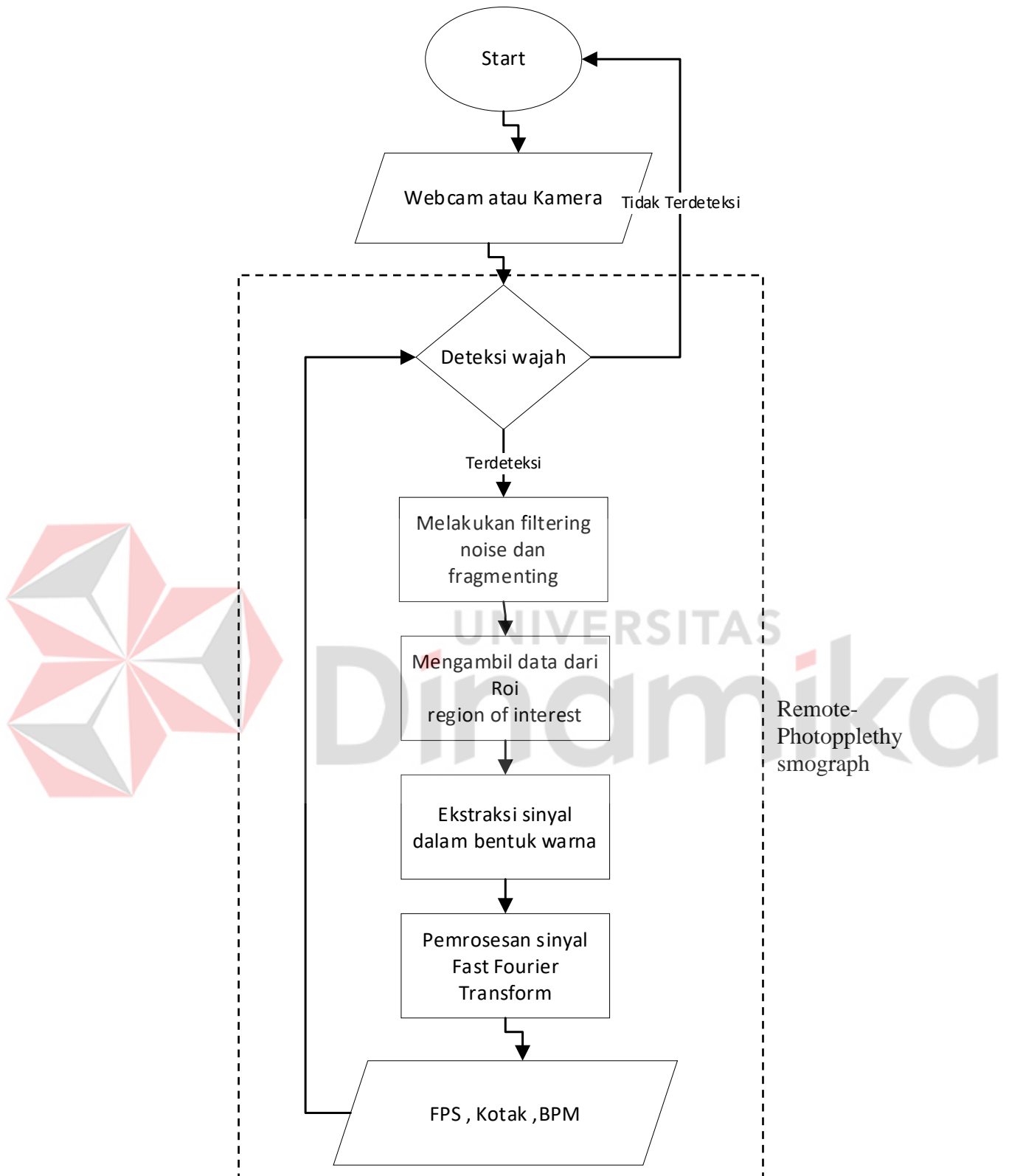
Gambar 3.7 Output

### 3.7 Cara Kerja Program dan *Flowchart*

Berdasarkan gambar Gambar 3.8, dapat dijelaskan bahwa inputan berasal dari webcam. Mulai dari deteksi wajah hingga menghasilkan kotak bpm dan fps adalah proses dari *Remote Photoplethysmograph*.



UNIVERSITAS  
Dinamika



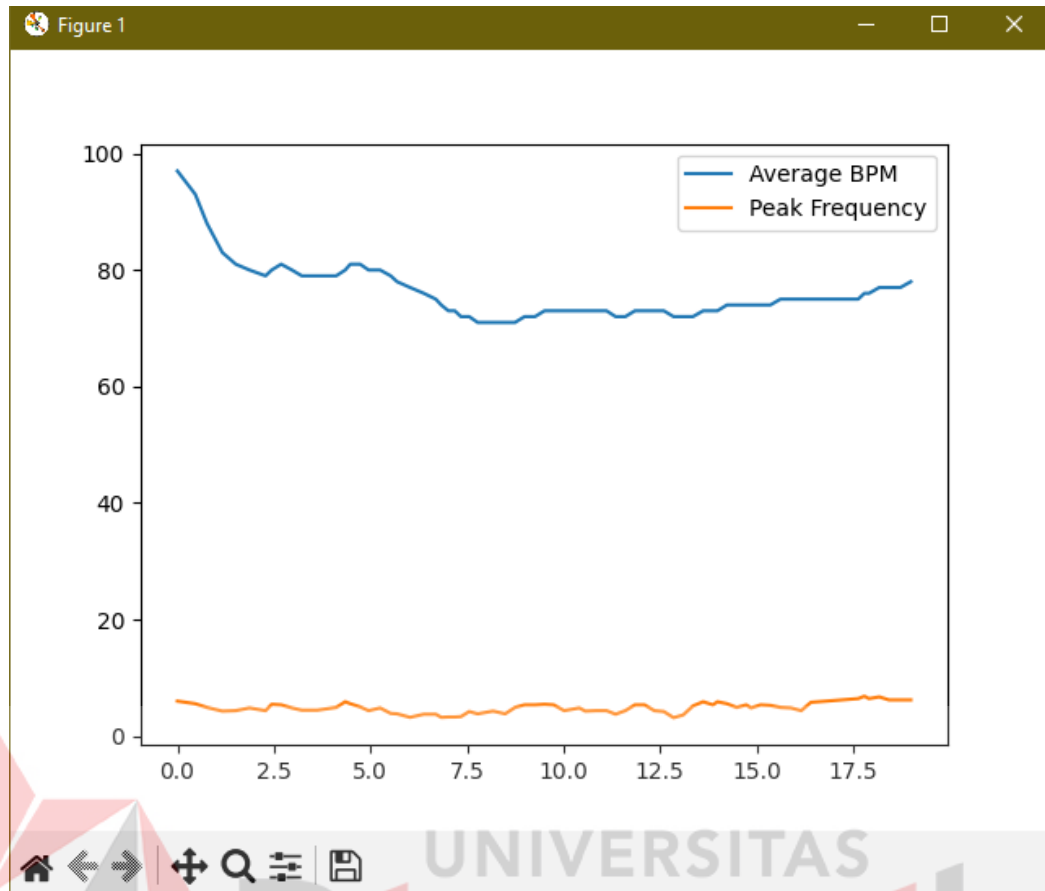
Gambar 3.8 *Flowchart* kerja sistem

### 3.8 Cara Kerja Sistem *Remote Photoplethysmograph*

Berdasarkan Gambar 3.8 dapat dijelaskan bahwa inputan berasal dari webcam. Kemudian dimulai dari deteksi wajah hingga menghasilkan kotak bpm dan fps adalah proses dari *Remote Photoplethysmograph*. Kode dimulai dengan mengimpor pustaka yang diperlukan, seperti OpenCV (cv2) dan NumPy (np). Kemudian dilanjutkan dengan inisialisasi pengambilan video dari default webcam menggunakan fungsi "cv2.VideoCapture(0)". Selain itu, kode tersebut memuat detektor wajah dengan menggunakan pengklasifikasi Haar cascade, yang disimpan dalam variabel "face\_cascade". Untuk memuat fungsi klasifikasi diperlukan file yang bernama "haarcascade\_frontalface\_default.xml" sebagai sumber data yang nantinya akan digunakan untuk mendeteksi wajah. Fungsi yang disebut dengan "reject\_outliers" didefinisikan untuk menghilangkan nilai yang tidak sesuai dari detak jantung. Berbagai variabel dan parameter disiapkan, mulai dari variabel waktu, daftar detak jantung, dan *Region of Interest* (ROI).

Memasuki putaran tak terhingga atau main loop, kode terus menerus membaca frame dari webcam. Kode menghitung dan menampilkan frame per detik (FPS) berdasarkan waktu yang telah berlalu di antara frame. Setiap frame yang diambil dikonversi ke grayscale. Dengan menggunakan cascade classifier wajah, kode mendeteksi wajah dalam frame grayscale. Jika wajah terdeteksi, koordinat ROI disesuaikan dengan wilayah wajah. Kode kemudian mengekstrak ROI, dan menerapkan teknik prapemrosesan seperti pemfilteran median, pemfilteran spasial, dan kompensasi gerakan.

Selanjutnya, kode menghitung dan menampilkan perubahan warna rata-rata dalam ROI. Dengan melakukan *Fast Fourier Transform* (FFT) pada ROI, kode mendapatkan power spectral density (PSD). Dengan mengidentifikasi frekuensi puncak dalam PSD, kode mengonversinya menjadi denyut per menit (BPM). Denyut jantung yang terdeteksi disimpan dalam daftar untuk kemudian dirata-ratakan setelah melakukan eliminasi outlier. Terakhir, nilai rata-rata BPM ditampilkan di atas kotak ROI.



Gambar 3.9 Sinyal fft

Pada Gambar 3.9 Terlihat grafik detak jantung dengan sumbu x sebagai satuan waktu detik, sumbu y sebagai detak jantung. Peak frequency sinyal adalah sinyal data mentah atau yang belum diolah oleh sistem yang menjadi acuan sinyal detak jantung, kemudian di *enhance* atau diolah oleh sistem agar menjadi sinyal detak jantung.

Jika tidak ada wajah yang terdeteksi, kode menampilkan pesan yang “Tidak ada wajah terdeteksi”. Selain itu, ROI divisualisasikan dengan menggambar persegi panjang di sekelilingnya di dalam window. Kode berjalan terus sambil menunggu penekanan tombol atau inputan keyboard, dan jika tombol 'q' ditekan, maka kode berhenti. Maka, pengambilan video dihentikan dan semua jendela yang terbuka ditutup.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada Bab 4 dibahas hasil serta pembahasan pada sistem. Pengujian parameter bertujuan untuk melakukan analisis dimulai dari uji setiap komponen hingga pengujian keseluruhan sistem alat dan pengaruhnya pada bpm.

#### **4.1 Pengujian Kamera atau Webcam**

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan aplikasi kamera apakah kamera dapat bekerja dengan baik atau tidak.

#### **4.2 Pengujian Sistem *Remote Photoplethysmograph***

Pengujian ini dilakukan dengan melakukan beberapa kali run pada sistem apakah sistem dapat berjalan dengan baik atau tidak. Melakukan pengecekan pada library yang dibutuhkan sistem apakah library dapat digunakan atau tidak.

Hal yang perlu dipersiapkan sebelum melakukan pengujian sistem yaitu mempersiapkan meja sebagai alas laptop, kursi sebagai tempat duduk orang yang di deteksi detak jantungnya, latar dapat menggunakan latar diam atau dinding satu warna atau menggunakan background jika ada. Pengujian ini dilakukan dengan 5 orang berbeda sebagai pembanding tingkat akurasi dan jarak yang paling efektif untuk sistem ini.

#### **4.3 Pengujian Deteksi Jarak Wajah**

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan webcam dengan Computer Vision untuk menampilkan kotak apabila wajah berada dalam 28cm, 40cm, 50cm, 80cm, 110cm. Hasil dari pengujian deteksi wajah ditunjukkan pada Tabel 4.1.



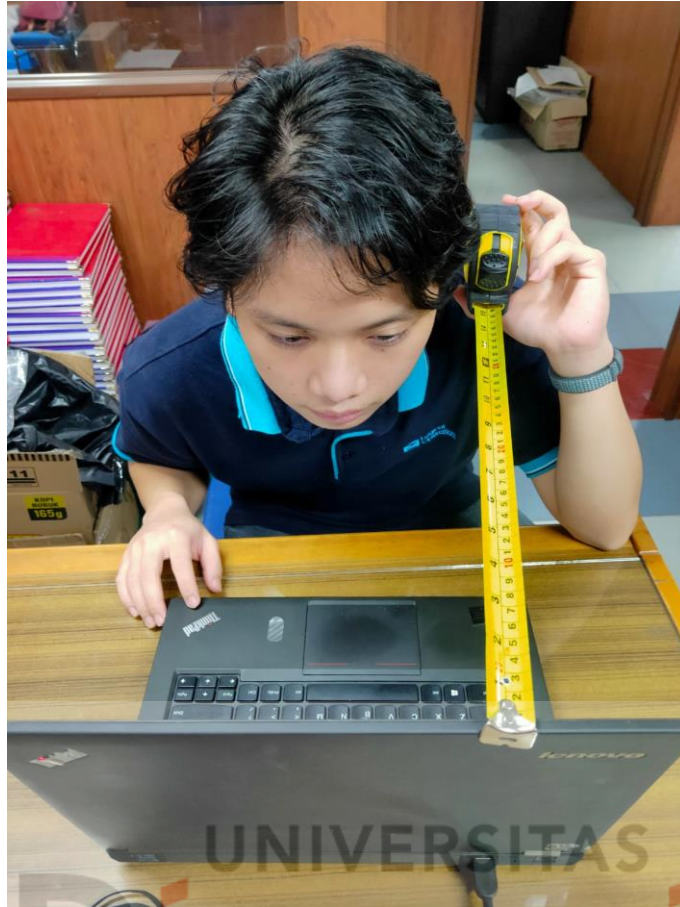
Tabel 4.1 Pengujian deteksi wajah

No.	Nama	Perubahan Jarak (cm)				
		28 cm	40 cm	60 cm	80 cm	110 cm
1.	Nicho	√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
2.	Jansen	√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
3.	Marvin	√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√
		√	√	√	√	√

Berdasarkan pada Tabel 4.1, wajah dapat terdeteksi dengan baik mulai dari 28cm, 40cm, 50cm, 80cm, 110cm. Pengujian ini nantinya digunakan untuk pengujian berikutnya.

#### 4.4 Pengujian Hasil Deteksi Heartrate dan Tingkat Realtime

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Sistem untuk menampilkan heartrate yang kemudian dibandingkan menggunakan alat saturasi jari dan smart watch yang mampu mendeteksi detak jantung. Satuan yang digunakan adalah beat per minute(bpm). Pengujian tingkat real time adalah pengujian hasil fps atau *frame per second* yang dihasilkan oleh sistem, dapat dikatakan realtime apabila fps lebih besar dari 7 fps.



Gambar 4.1 Pengambilan data

Pengambilan sampel data dilakukan dengan menggunakan alat ukur meteran kemudian ditarik sesuai kebutuhan yaitu 28,40,60,80, dan 110 cm. Orang akan duduk dan menempatkan wajah dari kamera sesuai dengan jarak yang sudah ditentukan. Pada saat bersamaan diambil hasil dari Sistem Deteksi Detak Jantung Melalui Wajah Secara Computer Vision Menggunakan Metode *Remote Photoplethysmograph*, Alat saturasi jari, dan Smart Watch

Hasil dari pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan pada Tabel 4.2 – 4.6.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Sistem Marvin

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photoplethysmograph (Bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
1	marvin	28	84	82	78	20	97.6	92.3	92	92.1	20.8
			82	77	82	21	93.5	100.0			
			72	73	73	18	98.6	98.6			
			71	66	77	19	92.4	94.0			
			53	68	70	26	77.9	75.7			
		40	65	65	65	19	100.0	100.0	93.9	95.7	22.6
			72	69	72	26	95.7	100.0			
			75	69	69	18	91.3	91.3			
			65	70	71	23	92.9	91.5			
			74	67	71	27	89.6	95.8			
		60	80	63	61	24	73.0	68.9	71.9	72.3	22.8
			83	66	68	22	74.2	77.9			
			86	68	67	24	73.5	71.6			
			88	70	69	26	74.3	72.5			
			88	65	68	18	64.6	70.6			
		80	71	67	66	23	94.0	92.4	95.3	93.1	23.8
			72	68	65	24	94.1	89.2			
			76	72	70	25	94.4	91.4			
			68	70	71	26	98.6	97.2			
			68	65	65	21	95.4	95.4			
110	85	71	71	26	80.3	80.3	63.6	61.8	24.4		
	115	72	71	23	40.3	38.0					
	89	69	71	24	71.0	74.6					
	90	76	74	23	81.6	78.4					
	104	67	64	26	44.8	37.5					

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.2, jarak yang memiliki tingkat akurasi paling tinggi pada uji coba marvin terletak pada jarak 40cm dan 80cm. Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 40cm dengan alat saturasi jari adalah 94.8% sedangkan dengan smart watch adalah 95.7% . Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 80cm dengan alat saturasi jari adalah 95.3% sedangkan dengan smart watch adalah 93.1%. Tingkat realtime atau fps yang didapat pada tiap jarak adalah 28cm = 20.8 fps, 40cm = 22.6 fps, 60cm = 22.8 fps, 80cm = 23.8 fps, 60cm = 24.4 fps. Hasil yang didapat dapat berubah dengan adanya perbedaan kecerahan cahaya, lokasi atau background.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sistem Nicho

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photoplethysmograph (bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
2	Nicho	28	79	73	70	23	91.8	87.1	87.5	87.3	21.8
			78	70	68	19	88.6	85.3			
			74	63	64	24	82.5	84.4			
			71	66	67	25	92.4	94.0			
			80	68	70	18	82.4	85.7			
		40	84	82	78	20	97.6	92.3	93.2	92.3	22.4
			82	77	82	25	93.5	100.0			
			72	73	73	23	98.6	98.6			
			71	66	67	18	92.4	94.0			
			75	81	70	26	92.6	92.9			
		60	73	81	80	24	92.6	93.8	94.3	95.1	20.8
			76	83	83	20	98.7	92.8			
			77	74	76	18	98.6	94.7			
			77	71	69	22	92.4	97.1			
			78	74	72	20	92.1	97.2			
		80	73	65	65	27	87.7	87.7	88.2	87.7	21.6
			63	64	67	20	98.4	94.0			
			81	66	66	21	77.3	77.3			
			70	65	67	19	92.3	95.5			
			57	67	68	21	85.1	83.8			
110	95	66	67	26	56.1	58.2	65.5	65.9	22.6		
	45	68	68	19	66.2	66.2					
	50	78	76	24	64.1	65.8					
	53	75	75	20	70.7	70.7					
	48	68	70	24	70.6	68.6					

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, Jarak yang memiliki tingkat akurasi paling tinggi pada uji coba nicho terletak pada jarak 40cm dan 60cm. Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 40cm dengan alat saturasi jari adalah 93.2% sedangkan dengan smart watch adalah 92.3%. Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 60cm dengan alat saturasi jari adalah 94.3% sedangkan dengan *smart watch* adalah 95.1%. Tingkat realtime atau fps yang didapat pada tiap jarak adalah 28cm = 21.8 fps, 40cm = 22.4 fps, 60cm = 20.8 fps, 80cm = 21.6 fps, 60cm = 22.6 fps. Hasil yang didapat dapat berubah dengan adanya perbedaan kecerahan cahaya, lokasi atau background.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Sistem Jansen

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photoplethysmograph (bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
3	Jansen	28	70	65	65	20	92.3	92.3	93.5	94.4	21.6
			72	69	72	23	95.7	100.0			
			73	69	70	22	94.2	95.7			
			65	70	71	22	92.9	91.5			
			73	68	68	21	92.6	92.6			
		40	77	78	65	22	98.7	81.5	95.6	94.0	22.2
			72	73	72	22	98.6	100.0			
			71	66	69	23	92.4	97.1			
			70	76	71	21	92.1	98.6			
			76	79	71	23	96.2	93.0			
		60	74	77	85	24	96.2	89.4	94.3	92.8	24.8
			75	81	76	25	91.9	89.5			
			73	86	81	23	91.7	96.3			
			75	67	71	25	97.3	94.4			
			77	70	70	27	94.3	94.3			
		80	73	70	70	22	95.7	95.7	89.3	88.3	23
			76	66	65	23	84.8	83.1			
			75	69	69	26	91.3	91.3			
			84	72	70	23	83.3	80.0			
			65	71	71	21	91.5	91.5			
110	47	70	70	27	67.1	67.1	67.6	66.6	25.6		
	45	76	74	24	59.2	60.8					
	51	72	77	26	70.8	66.2					
	46	68	70	26	67.6	65.7					
	49	67	67	25	73.1	73.1					

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.4, Jarak yang memiliki tingkat akurasi paling tinggi pada uji coba jansen terletak pada jarak 28cm dan 40cm. Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 28cm dengan alat saturasi jari adalah 93.5% sedangkan dengan smart watch adalah 94.4% . Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 40cm dengan alat saturasi jari adalah 95.6% sedangkan dengan smart watch adalah 94%. Tingkat realtime atau fps yang didapat pada tiap jarak adalah 28cm = 21.6 fps, 40cm = 22.2 fps, 60cm = 24.8 fps, 80cm = 23 fps, 60cm = 25.6 fps. Hasil yang didapat dapat berubah dengan adanya perbedaan kecerahan cahaya, lokasi atau background.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Sistem Kevin

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photoplethysmograph (bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
4	Kevin	28	71	74	73	23	95.9	97.3	95.3	96.9	22.6
			67	66	68	22	98.5	98.5			
			70	73	73	25	95.9	95.9			
			75	80	77	22	93.8	97.4			
			72	67	68	21	92.5	94.1			
		40	68	74	67	25	91.9	98.5	93.2	92.3	22.8
			78	72	68	22	91.7	85.3			
			75	73	67	23	97.3	88.1			
			74	70	69	22	94.3	92.8			
			70	77	68	22	90.9	97.1			
		60	84	73	74	25	90.9	94.6	85.5	86	24.2
			86	72	72	27	97.4	94.4			
			85	70	71	22	78.6	80.3			
			90	73	73	25	76.7	76.7			
			87	75	75	22	84.0	84.0			
		80	57	67	65	26	85.1	87.7	89.9	90.3	25.6
			65	71	70	25	91.5	92.9			
			72	62	64	27	83.9	87.5			
			66	66	70	24	100.0	94.3			
			72	65	65	26	89.2	89.2			
110	53	69	72	25	76.8	73.6	69.9	68.7	24.8		
	57	64	69	26	89.1	82.6					
	45	73	70	24	61.6	64.3					
	48	74	73	25	64.9	65.8					
	43	75	75	24	57.3	57.3					

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.5, Jarak yang memiliki tingkat akurasi paling tinggi pada uji coba kevin terletak pada jarak 28cm dan 40cm. Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 28cm dengan alat saturasi jari adalah 95.3% sedangkan dengan smart watch adalah 96.9% . Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 40cm dengan alat saturasi jari adalah 93.2% sedangkan dengan smart watch adalah 92.3%. Tingkat realtime atau fps yang didapat pada tiap jarak adalah 28cm = 22.6 fps, 40cm = 22.8 fps, 60cm = 24.2 fps, 80cm = 25.6 fps, 60cm = 24.8 fps. Hasil yang didapat dapat berubah dengan adanya perbedaan kecerahan cahaya, lokasi atau background.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Sistem Vincent

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photoplethysmograph (bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
5	Vincent	28	77	67	66	25	85.1	83.3	92.3	91.9	23
			67	68	65	22	98.5	96.9			
			65	72	70	22	90.3	92.9			
			70	70	71	22	100.0	98.6			
			73	65	65	24	87.7	87.7			
		40	76	78	66	21	97.4	84.8	96	91.6	22.6
			72	68	65	22	94.1	89.2			
			76	72	70	25	94.4	91.4			
			69	70	71	23	98.6	97.2			
			68	65	65	22	95.4	95.4			
		60	95	76	76	26	75.0	75.0	77.1	78.1	24.2
			93	73	74	24	72.6	74.3			
			92	75	75	23	77.3	77.3			
			88	74	76	25	81.1	84.2			
			94	78	78	23	79.5	79.5			
		80	71	69	65	23	97.1	90.8	87.5	88.1	24.6
			77	62	62	25	75.8	75.8			
			58	65	63	23	89.2	92.1			
			79	73	74	26	91.8	93.2			
			61	73	69	26	83.6	88.4			
110	56	69	72	24	81.2	77.8	73.1	73.8	24.2		
	47	64	65	25	73.4	72.3					
	49	68	67	23	72.1	73.1					
	47	73	67	25	64.4	70.1					
	53	71	70	24	74.6	75.7					

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.6, Jarak yang memiliki tingkat akurasi paling tinggi pada uji coba vincent terletak pada jarak 28cm dan 40cm. Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 28cm dengan alat saturasi jari adalah 92.3% sedangkan dengan smart watch adalah 91.9% . Rata-rata tingkat akurasi pada jarak 40cm dengan alat saturasi jari adalah 96% sedangkan dengan smart watch adalah 91.6%. Tingkat realtime atau fps yang didapat pada tiap jarak adalah 28cm = 23 fps, 40cm = 22.6 fps, 60cm = 24.2 fps, 80cm = 24.6 fps, 60cm = 24.2 fps. Hasil yang didapat dapat berubah dengan adanya perbedaan kecerahan cahaya, lokasi atau background.

#### 4.5 Perhitungan Akurasi

Perhitungan akurasi dalam tabel dilakukan dengan bantuan Microsoft excel dengan rumus sebagai berikut:

1. Perhitungan akurasi dengan alat saturasi jari :

Tabel 4.7 Perhitungan akurasi dengan alat saturasi jari.

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photopleth ysmograph (Bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
1	marvin	28	84	82	78	20	97.6	92.3	92	92.1	20.8
			82	77	82	21	93.5	100.0			
			72	73	73	18	98.6	98.6			
			71	66	77	19	92.4	94.0			
			53	68	70	26	77.9	75.7			

Menggunakan rumus sebagai error dan akurasi pada persamaan (1) dan (2):

$$Error(\%) = \left| \frac{rPPG - \text{alat saturasi jari}}{\text{alat saturasi jari}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (2)$$

2. Perhitungan akurasi dengan smart watch :

Tabel 4.8 Perhitungan akurasi dengan alat saturasi jari.

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photopleth ysmograph (Bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
1	marvin	28	84	82	78	20	97.6	92.3	92	92.1	20.8
			82	77	82	21	93.5	100.0			
			72	73	73	18	98.6	98.6			
			71	66	77	19	92.4	94.0			
			53	68	70	26	77.9	75.7			

Menggunakan rumus sebagai error dan akurasi pada persamaan (1) dan (2):

$$Error(\%) = \left| \frac{rPPG - \text{smart watch}}{\text{smart watch}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (2)$$



### 3. Perhitungan rata-rata akurasi dengan alat saturasi jari :

Tabel 4.9 Perhitungan rata-rata akurasi dengan alat saturasi jari.

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photopleth ysmograph (Bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
1	marvin	28	84	82	78	20	97.6	92.3	92	92.1	20.8
			82	77	82	21	93.5	100.0			
			72	73	73	18	98.6	98.6			
			71	66	77	19	92.4	94.0			
			53	68	70	26	77.9	75.7			

=AVERAGE(Awal kolom hasil perhitungan akurasi dengan alat saturasi jari:

Akhir kolom hasil perhitungan akurasi dengan alat saturasi jari)

Atau bisa juga menggunakan penjumlahan dari semua hasil perhitungan akurasi alat saturasi jari dibagi dengan jumlah data yang digunakan untuk perhitungan akurasi alat saturasi jari.

### 4. Perhitungan rata-rata akurasi dengan smartwatch :

Tabel 4.10 Perhitungan rata-rata akurasi dengan smart watch.

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photopleth ysmograph (Bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
1	marvin	28	84	82	78	20	97.6	92.3	92	92.1	20.8
			82	77	82	21	93.5	100.0			
			72	73	73	18	98.6	98.6			
			71	66	77	19	92.4	94.0			
			53	68	70	26	77.9	75.7			

=AVERAGE(Awal kolom hasil perhitungan akurasi dengan smart watch:

Akhir kolom hasil perhitungan akurasi dengan smart watch)

Atau bisa juga menggunakan penjumlahan dari semua hasil perhitungan akurasi smart watch dibagi dengan jumlah data yang digunakan untuk perhitungan akurasi smart watch.

5. Perhitungan rata-rata FPS yang didapat :

Tabel 4.11 Perhitungan rata-rata FPS.

No	Nama	Pada Jarak (cm)	Hasil			FPS	Akurasi dengan alat saturasi jari	Akurasi Dengan smart watch	Rata-rata Akurasi dengan alat saturasi jari	Rata-rata Akurasi smart watch	Rata-rata FPS
			Sistem remote Photopleth ysmograph (Bpm)	Alat Saturasi Jari (Bpm)	Smart Watch (Bpm)						
1	marvin	28	84	82	78	20	97.6	92.3	92	92.1	20.8
			82	77	82	21	93.5	100.0			
			72	73	73	18	98.6	98.6			
			71	66	77	19	92.4	94.0			
			53	68	70	26	77.9	75.7			

=AVERAGE(Seluruh kolom hasil perhitungan FPS)

Atau bisa juga menggunakan penjumlahan dari semua hasil perhitungan FPS dibagi dengan jumlah data yang digunakan untuk perhitungan FPS.

#### 4.6 Analisis Data

Proses analisis data dilakukan dengan mengambil hasil dari Tabel 4.2 sampai Tabel 4.6 pada bagian rata-rata akurasi alat saturasi jari dan rata-rata smart watch tiap orang yaitu marvin, nicho, jansen, kevin, dan vincent. Hasil dari rata-rata tersebut dijadikan satu kemudian dirata-rata kembali berdasarkan jarak sehingga muncul jarak yang paling efektif untuk mendapatkan bpm yang paling akurat.

Tabel 4.12 Analisis Data Jarak

Nomor	Nama	Pada Jarak (cm)	Rata-rata Hasil Tabel			Tingkat Akurasi Tertinggi Sistem Terhadap alat Saturasi	Tingkat Akurasi Tertinggi Sistem Terhadap smart watch	Rata-rata FPS
			Akurasi sistem dengan alat saturasi jari (%)	Akurasi sistem dengan smart watch (%)	Rata-rata FPS			
1	Marvin	28	92	92.1	20.8	92.1	92.5	21.96
	Nicho		87.5	87.3	21.8			
	Jansen		93.5	94.4	21.6			
	Kevin		95.3	96.9	22.6			
	Vincent		92.3	91.9	23			
2	Marvin	40	93.9	95.7	22.6	94.4	93.2	22.52
	Nicho		93.2	92.3	22.4			
	Jansen		95.6	94	22.2			
	Kevin		93.2	92.3	22.8			
	Vincent		96	91.6	22.6			
3	Marvin	60	71.9	72.3	22.8	84.6	84.9	23.36
	Nicho		94.3	95.1	20.8			
	Jansen		94.3	92.8	24.8			

Nomor	Nama	Pada Jarak (cm)	Rata-rata Hasil Tabel			Tingkat Akurasi Tertinggi Sistem Terhadap alat Saturasi	Tingkat Akurasi Tertinggi Sistem Terhadap smart watch	Rata-rata FPS
			Akurasi sistem dengan alat saturasi jari (%)	Akurasi sistem dengan smart watch (%)	Rata-rata FPS			
	Kevin		85.5	86	24.2			
	Vincent		77.1	78.1	24.2			
4	Marvin	80	95.3	93.1	23.8	90	89.5	23.72
	Nicho		88.2	87.7	21.6			
	Jansen		89.3	88.3	23			
	Kevin		89.9	90.3	25.6			
	Vincent		87.5	88.1	24.6			
5	Marvin	110	63.6	61.8	24.4	67.9	67.4	24.28
	Nicho		65.5	65.9	22.6			
	Jansen		67.6	66.6	25.6			
	Kevin		69.9	68.7	24.8			
	Vincent		73.1	73.8	24.2			

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.12 dapat diambil kesimpulan bahwa jarak yang paling efektif sistem deteksi detak jantung melalui wajah secara computer vision menggunakan metode *Remote Photoplethysmograph* adalah jarak 40cm dimana hasil akurasi dari kedua alat perbandingan yaitu alat saturasi jari dan smart watch menunjukkan hasil akurasi tertinggi yaitu 94.4% dan 93.2%.

Selain itu didapatkan juga hasil rata-rata fps atau tingkat real time pada tiap jarak yang digunakan untuk pengukuran detak jantung melalui sistem adalah 28cm = 21.96 fps, 40cm = 22.52 fps, 60cm = 23.36 fps, 80cm = 23.72 fps, 60cm = 24.28 fps, Nilai fps dari hasil pengujian Tabel 4.7 di atas 7 fps, maka penerapan sistem rPPG dapat dikatakan real time. Dari Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa semakin jauh jaraknya semakin bagus fps nya, Hal itu disebabkan oleh pantulan cahaya pada permukaan dahi yang ditangkap kamera lebih sedikit sehingga kinerja laptop lebih ringan. Tetapi jika *background* terdapat banyak benda bergerak, maka juga mempengaruhi jumlah fps nya. Karena sistem perlu memproses seluruh pergerakan benda yang ada yang mengakibatkan kinerja laptop lebih berat.

Hasil akurasi berbeda pada jarak tertentu dikarenakan pixel pada roi lebih mudah terlihat pada jarak yang lebih dekat, semakin jauh wajah dengan kamera maka semakin sulit kamera melihat perubahan pantulan cahaya pada dahi. Perlu diketahui bahwa hasil dari data yang diambil pada penelitian ini adalah data dari

hari dan tempat yang sama, adanya perubahan tempat atau tingkat kecerahan cahaya dapat mempengaruhi hasil dari pembacaan bpm sistem. Apabila dilakukan pengujian ulang dengan tempat berbeda maka ada kemungkinan hasil akan berbeda juga.



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini dilakukan dengan menghubungkan webcam dengan Remote Photoplethysmograph untuk menampilkan detak jantung yang kemudian dibandingkan menggunakan beberapa alat untuk deteksi detak jantung. Satuan yang digunakan adalah beat per minute. Beberapa kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Penerapan *Remote Photoplethysmograph* untuk deteksi detak jantung lewat wajah berhasil diterapkan. rPPG terdiri dari preprocessing, seleksi ROI dari dahi, pemisahan rgb sinyal warna dari wajah, kemudian hasil pemisahan tersebut diubah menjadi bpm dengan Fourier.
2. Penerapan *Remote Photoplethysmograph* mendapatkan tingkat akurasi dari deteksi detak jantung melalui wajah dengan *Remote Photoplethysmograph* dengan rata-rata pada tiap jarak adalah:  
28cm terhadap smartwatch = 92.5%, terhadap alat saturasi jari = 92.1%  
40cm terhadap smartwatch = 93.2%, terhadap alat saturasi jari = 94.4%  
60cm terhadap smartwatch = 84.9%, terhadap alat saturasi jari = 84.6%  
80cm terhadap smartwatch = 89.5%, terhadap alat saturasi jari = 90%  
110cm terhadap smartwatch = 67.4%, terhadap alat saturasi jari = 67.9%
3. Penerapan *Remote Photoplethysmograph* pada sistem deteksi detak jantung dikatakan real time dengan menganalisis nilai fps lebih dari 7. Nilai FPS pada jarak 28 cm sebesar 21.96 fps, 40 cm sebesar 22.52 fps, 60 cm sebesar 23.36 fps, 80cm sebesar 23.72 fps, 110 cm sebesar 24.28 fps.
4. Jarak yang memiliki nilai akurasi paling tinggi pada penerapan sistem deteksi detak jantung melalui wajah dari kelima subjek adalah 40 cm.

## 5.2 Saran

Adapun saran untuk pengembangan penelitian deteksi detak jantung lewat wajah adalah:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut menggunakan kamera yang lebih bagus dan hardware yang lebih mumpuni.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang warna kulit berpengaruh dengan hasil detak jantung pada sistem.



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## DAFTAR PUSTAKA

- A Dasari, SKA Prakash, LA Jeni, CS Tucker. (2021). Evaluation of biases in *Remote Photoplethysmography* methods.
- Andri Nugraha Ramdhon. (2018). Penerapan Face Recognition Pada Sistem Presensi.
- Asvian, Freean. (2019). TA: Rancang Bangun Alat Pendeteksi Tidur Menggunakan Sensor Heart Rate pada Security Guard Berbasis IoT (Internet of Things).
- Borik, Stefan & Lyra, Simon & Perlitz, Volker & Keller, Micha & Leonhardt, Steffen & Blazek, Vladimir. (2022). On the spatial phase distribution of cutaneous low-frequency perfusion oscillations.
- Castaneda D, Esparza A, Ghamari M, Soltanpur C, Nazeran H. (2018). A review on wearable photoplethysmography sensors and their potential future applications in health care.
- G. W Wohingati and A. Subari. (2013). Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Arduino Uno R3 Yang Diintergrasikan Dengan Bluetooth
- Gregg Goth. (2022). <https://www.mddionline.com/general-hospital/moving-toward-more-accurate-pulse-oximetry> diakses pada 26 Juni 2023.
- H. Chen, dkk. (2018). A comprehensive review of photoplethysmography technology for healthcare applications: From contact to non-contact devices.
- H. Heruryanto, W. B Nurdin, and Bidayatul Armynah. (2014). Sistem Pengukuran Denyut Jantung Berbasis Mikrokontroler ATMega8535.
- H. W. M. Steinbuch, dkk. (2020). Photoplethysmography beyond perfusion: its relation to metabolism and interstitial fluid dynamics in various organs.
- Lenovo. Internet. <https://www.lenovo.com/il/en/laptops/thinkpad/t-series/ThinkPad-T440p/p/22TP2TT440P> diakses pada 26 Juni 2023.
- Liu, Shing-Hong & Li, Ren-Xuan & Wang, Jia-Jung & Chen, Wenxi & Su, Chun-Hung. (2020). Classification of Photoplethysmographic Signal Quality with Deep Convolution Neural Networks for Accurate Measurement of Cardiac Stroke Volume.
- Logos-World. Internet. <https://logos-world.net/python-logo/> diakses pada 26 Juni 2023.

- McDuff, Daniel & Estepp, Justin & Piasecki, Alyssa & Blackford, Ethan. (2015). A survey of remote optical photoplethysmographic imaging methods.
- NeuroData Lab. (2019). Every beat counts. Comparing Remote Webcam Heart Rate Detector to Wearables.
- Numpy. (2023). <https://numpy.org/> diakses pada 26 Juni 2023.
- OpenCV Team. (2023). <https://opencv.org/resources/media-kit/> diakses pada 26 Juni 2023.
- R. Brüser, dkk. (2014). Photoplethysmography: Beyond the Calculation of Arterial Oxygen Saturation and Heart Rate.
- R. L. Sidam, M. S. Suraatmadja, and H. Fauzi. (2016). Perancangan Alat Ukur Denyut Nadi Menggunakan Sensor Strain Gauge Melalui Media Bluetooth Smartphone.
- S. Wang, dkk. (2020). Remote PPG-Based Heart Rate Monitoring: A Review" oleh S. Wang, dkk. di IEEE Transactions on Biomedical Engineering .
- Yordan. (2019). [https://www.gsmarena.com/xiaomi\\_mi\\_smart\\_band\\_4\\_review-news-38604.php](https://www.gsmarena.com/xiaomi_mi_smart_band_4_review-news-38604.php) diakses pada 26 Juni 2023.
- X Ma, DP Tobón, A El Saddik. (2020). *Remote Photoplethysmography (RPPG) for contactless heart rate monitoring using a single monochrome and color camera.*
- Zein, A. (2018). Pendeteksian Kantuk Secara Real Time Menggunakan Pustaka OPENCV dan DLIB PYTHON. Sainstech, 22-26.