

Detection of Student Drowsiness Using Ensemble Regression Trees in Online Learning During a COVID-19 Pandemic

Deteksi Kantuk Peserta Didik Menggunakan Ensemble Regression Trees Pada Pembelajaran Daring Dimasa Pandemi COVID-19

I Putu Agus Eka Darma Udayana^{1*}, Ni Putu Eka Kherismawati², I Gede Iwan Sudipa³

^{1,2,3} Teknik Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia

^{1*} agus.ekadarma@gmail.com, ²kherismawati@gmail.com, ³iwansudipa@instiki.ac.id

Article's Information / Informasi Artikel

Received: May 2022

Revised: May 2022

Accepted: June 2022

Published: June 2022

Abstract

Purpose: This study aims to build an intelligent system that can evaluate students' attention during online classes, use teaching videos as learning feeds and input for predictions and also use advanced algorithms in several computational domains, namely face segmentation, landmarking, PERCLOS observations, Yawning and decision analysis using Ensemble Regression Trees.

Design/methodology/approach: Face segmentation algorithm, landmarking, PERCLOS observation, Yawning and decision analysis using Ensemble Regression Trees.

Findings/result: Based on the results of the tests that have been carried out, the system developed has been able to observe sleepy objects in learning videos with an accuracy of 80% so that later it can be a lesson for teachers why there are students who are sleepy during online classes either because of uninteresting material or other reasons.

Originality/value/state of the art: Ensemble Regression Trees method used to detect students, which is expected to complete the shortcomings of the PERCLOS algorithm and the problems found in a single regression tree-based implementation

Keywords: Drowsiness Detection; Online Learning; Ensemble Regression Tree; COVID 19

Kata kunci: Deteksi Kantuk; Pembelajaran Paring; Ensemble Regression Tree; COVID 19

Abstrak

*Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem cerdas yang bisa mengevaluasi *attention* siswa pada saat kelas daring, memakai video pengajaran sebagai *learning feed* dan *input* untuk prediksi dan juga menggunakan algoritma yang mutakhir dalam beberapa domain komputasi yaitu *face segmentation*, *landmarking*, pengamatan PERCLOS, Yawning dan analisis keputusan menggunakan Ensemble Regression Trees.*

Perancangan/metode/pendekatan: Algoritma *face* segmentation, *landmarking*, pengamatan PERCLOS, Yawning dan analisis keputusan menggunakan Ensemble Regression Trees.

Hasil: Hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem yang dikembangkan telah mampu mengamati objek yang mengantuk pada video pembelajaran dengan akurasi sebesar 80%, sehingga nantinya dapat menjadi pembelajaran bagi pengajar kenapa terdapat siswa yang mengantuk saat kelas daring baik karena materi yang kurang menarik atau alasan lainnya

Keaslian/ *state of the art*: Metode Ensemble Regression Trees digunakan untuk mendeteksi kantuk peserta didik, yang diharapkan dapat melengkapi kekurangan dari algoritma PERCLOS dan masalah yang ditemukan pada implementasi berbasis *single regression tree*

1. Pendahuluan

Perkuliahan secara daring merupakan salah satu mandatory yang menjadi pilihan Nadiem Anwar Makarim selaku Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia untuk menyiasati terlaksananya pendidikan di masa pandemi COVID 19 [1]. Perubahan yang signifikan ini tentu menimbulkan pengalaman yang berbeda bagi peserta didik. Dimana perkuliahan dilakukan menggunakan piranti komputer maupun perangkat pintar lainnya secara live melalui aplikasi *Google Meet*, *Zoom Meeting* ataupun *Webex*. Penggunaan *computerized device* pada waktu yang lama terbukti menyebabkan *eye strain* pada mata dan tentu menyebabkan *pressure* pada mata [2]. Berbeda dibandingkan dengan kelas tatap muka. banyak faktor yang menyebabkan terjadi kelelahan mata, baik karena *broad daylight*, pencahayaan dan juga radiasi dari layar komputer itu sendiri. Gejala paling umum yang dapat diamati adalah *drowsiness* dan *yawning* (gesture kantuk dan menguap), kelelahan ini secara psikologis tentu terbukti juga menurunkan efektifitas daya serap ilmu dalam proses belajar mengajar [3]. Penelitian yang penulis usulkan bertujuan untuk membuat sistem cerdas untuk mendeteksi rasa kantuk dalam pembelajaran daring. Sistem cerdas yang dikembangkan bekerja secara otomatis mendeteksi mahasiswa yang mengantuk menggunakan metode *Ensemble Regression Trees*. Video pembelajaran dari mahasiswa STMIK STIKOM Indonesia dan video pembelajaran daring yang ada di youtube akan dianalisis untuk menemukan *visual cues* yang mengarah pada gejala rasa kantuk yang sudah dipelajari sebelumnya oleh system. Untuk melakukan analisis dan segmentasi subjek penelitian, penulis merancang sistem segmentasi wajah manusia yang berbasis *Ensemble Regression Trees* dengan harapan dapat membuat sistem segmentasi yang *robust* dan ringan sesuai dengan kelebihan dari algoritma tersebut mengingat data input yang digunakan adalah video data yang secara historis boros tenaga komputasi [4]. Penelitian untuk pendeteksi rasa kantuk pada setting ruang kelas sudah banyak dilakukan sebelumnya, seperti halnya penelitian sebelumnya yang mencetuskan konsep ruang belajar pintar berbasis sistem cerdas namun dengan sangat disayangkan gagal diimplementasi dan hanya sekedar design / konsepsi ataupun penelitian lainnya yang hanya berfokus pada *head movement* guna mendeteksi

drowsiness [5], [6]. Selain itu terdapat juga perspektif berbeda yang ditawarkan peneliti sebelumnya [7] yang mengkritisi implementasi algoritma PERCLOS untuk mendeteksi rasa kantuk padahal algoritma ini sangat populer di zamannya karena *simplicity* dan akurasi dalam mendeteksi rasa kantuk, namun improvisasi *algoritma detector* rasa kantuk yang berdasarkan PERCLOS algorithm bermunculan di akhir dekade terakhir, seperti munculnya paradigma PERCLOS plus [8]. Menurut penelitian lainnya, salah satu kesalahan dalam proses pembelajaran adalah kesalahan pemilihan metode pembelajaran yang dilakukan oleh dosen, sehingga mahasiswa merasa bosan dan mengantuk yang mengakibatkan tidak tersampaikan materi pembelajaran dengan baik [9]. Salah satu penanda biologis yang paling umum adalah saat mahasiswa merasa bosan dan akan mentrigger gejala biologis *drowsiness* dapat diketahui melalui ekspresi wajah misalnya tidak melihat ke depan (*head movement*) menguap berkali-kali (*yawning*) atau bahkan memejamkan mata karena tertidur (*daydream asleep*) yang sering terjadi dosen tidak memperhatikan ekspresi mahasiswa sehingga tidak mengetahui jika mereka bosan dan mengantuk. Untuk menganalisis masalah tersebut, *third party system* dalam sebuah ruang pembelajaran sangatlah penting untuk evaluasi kegiatan belajar mengajar secara daring sehingga proses belajar mengajar yang terjadi secara daring dapat berjalan secara efektif.

1.1. Studi Literatur

1.1.1.State of The Art

Penelitian yang penulis kembangkan sebenarnya terinspirasi dari penelitian-penelitian sebelumnya tentang psikologi dalam lingkup dunia ajar mengajar. Pada penelitian tersebut disebutkan bahwa rasa kantuk dan kebosanan dalam ruang tata mengajar menurunkan efektivitas kognitif otak [4] dan di penelitian lainnya juga berkisar dalam suatu ruang lingkup umur yang mirip [10]. Namun dari kedua penelitian tersebut pengumpulan data dan keputusan regresi masih dilakukan secara manual. Pada penelitian yang berjudul system pintar pendeteksi kantuk di ruang kelas [5] juga telah dimulai gagasan untuk melakukan *visual tracking* pada peserta didik dengan menggunakan *centralized server* dan *internet of thing* serta AI sederhana sebagai *intelligent* prediksinya, namun pada paper tersebut tidak diuraikan dengan jelas metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut dan juga apakah implementasi dari eksperimen tersebut berhasil mendeteksi subjeknya atau tidak. Pada penelitian yang di publish di jurnal internasional berjudul Detecting Learner Drowsiness Based on Facial Expressions and Head Movements in Online Courses dijelaskan bahwa tiap object digunakan metode otomatis untuk mendeteksi visual cues bagi tiap peserta didik namun metode yang digunakan untuk mendeteksinya masih tergolong metode lama yang memiliki kekurangan dalam hal *robustness deteksi* dan tidak *compatible* dalam sebuah sistem *real time* [6]. Dibanding dengan metode yang penulis pilih *Ensemble Regression Trees*, penulis optimis dapat membuat sistem yang lebih *robust* dan handal dalam menangani video data input untuk mempermudah membuat *classifier* penentu keadaan *drowsiness* pelajar. Pada umumnya rasa kantuk di analisis menggunakan algoritma yang disebut *PERCLOS* namun pada beberapa kasus algoritma ini dinilai sangat boros *computing resources* dan juga mengalami masalah dalam hal akurasi dan sempat disangsikan kehandalannya dalam sebuah studi critical [7]. Jika melihat dari segi matematis, penelitian ini menggunakan metode perbaikan *decision tree* domain penelitian segmentasi wajah, metode ini awalnya sempat populer di masa dahulu namun memiliki beberapa kelemahan yang sudah banyak disadari oleh peneliti lain, maka dikembangkanlah metode lanjutan untuk menutup kekurangan metode ini [11]. Penelitian ini berbasis metode lanjutan dari *regression tree* yaitu *Ensemble Regression Tree* untuk masalah segmentasi wajah [12] dan improved

PERCLOS untuk menentukan *state subject* apakah mengantuk atau tidak dengan menggunakan video *static* program pembelajaran daring dari kampus STMIK STIKOM Indonesia dan video yang dapat diakses secara bebas pada platform youtube. Dimana diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar yang lebih baik untuk melakukan penelitian lainnya terkait mengantuk maupun efektivitas belajar mengajar menggunakan media pembelajaran daring.

1.1.2. Pembelajaran Daring

Pandemi Covid 19 telah menimbulkan efek yang luar biasa dalam kehidupan masyarakat yang salah satunya adalah mengubah proses pembelajaran yang awalnya bertemu di kelas secara langsung, kini harus dilaksanakan secara daring. Pembelajaran daring dapat diartikan sebagai metode pembelajaran yang dalam proses pelaksanaannya menggunakan bantuan internet untuk menghasilkan interaksi yang interaktif antara pengajar dan mahasiswa serta antar sesama mahasiswa. Perkembangan teknologi informasi yang pesat tentunya dapat dimanfaatkan dalam mendukung proses belajar mengajar di masa pandemi pada masa pergantian dari cara konvensional menjadi ke modern [13] dengan tambahan internet untuk melengkapi aktivitas pembelajaran [14].



Gambar 1. Proses Pembelajaran Daring

Tujuan dilaksanakannya pembelajaran daring adalah untuk memberikan materi yang bermutu dengan skala masif yang dapat dijangkau oleh segala peminat agar dapat tersampaikan secara lebih luas[15]. Beberapa contoh aplikasi yang digunakan untuk membantu terlaksananya pembelajaran daring adalah *google meet*, *webex*, *zoom*, *web blog*, *edmodo* dan masih banyak lagi.

1.1.3. Mengantuk

Kantuk (*drowsiness*) merupakan kondisi yang wajar terjadi pada manusia, akan tetapi jika terjadi secara tidak normal atau berlebihan dapat dikatakan *drowsiness* tersebut dapat menandakan seseorang tersebut sedang terjangkit penyakit, seperti *sleep apnea*, *narkolepsi*, *insomnia*, *restless leg syndrome*, depresi, gangguan kecemasan, atau diabetes [16]. Seseorang dapat dikategorikan mengalami gejala mengantuk yang tidak bisa tersebut ketika rasa kantuk tersebut terjadi secara berulang dalam waktu yang sama tanpa sebab pasti [17].

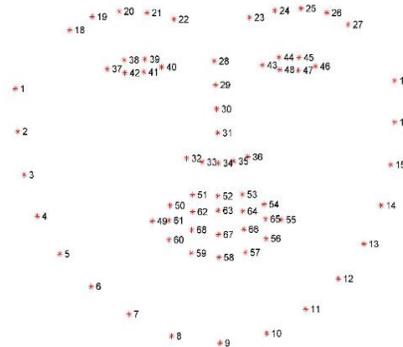


Gambar 2. Mengantuk (*Drowsiness*)

Pada masa pandemi saat ini, proses pembelajaran yang biasanya dilakukan secara tatap muka langsung akan dilaksanakan secara daring dari rumah masing-masing sehingga kadang mahasiswa dapat mengantuk ketika mengikuti pelajaran entah itu dari materi yang kurang menarik maupun mahasiswa tersebut mengalami kelelahan mata karena harus terus menatap layar monitor untuk belajar secara daring.

1.1.4. Facial Landmark dan Gejala Drowsiness

Facial landmark detection adalah salah satu cara yang digunakan untuk memprediksi posisi objek-objek penting pada wajah yang nantinya dapat diamati untuk dianalisis[18]. Jumlah *landmark* pada wajah bergantung pada penentuan point wajah berdasarkan dataset yang digunakan. Salah satu model facial landmarks yang sering digunakan adalah metode 68 *landmarks* ataupun menerapkan metode CNN untuk menentukan geometri wajah [19].



Gambar 3. Penanda Koordinat Bentuk Wajah

Berdasarkan **Gambar 3**, posisi mata dan mulut dapat digunakan sebagai indikasi untuk menentukan gejala mengantuk yang dialami oleh mahasiswa. Dimana untuk menentukan gejala mengantuk pada mata dapat dihitung menggunakan formula PERCLOS dengan memperhatikan nilai EAR dari mata saat posisi menutup dan terbuka. Untuk menentukan kondisi tersebut persamaan yang dapat digunakan dan paling akurat saat ini adalah menggunakan rasio panjang dan lebar landmark mata (EAR), dengan persamaan sebagai berikut [20]:

$$EAR = \frac{||P2-P6||+||P3-P5||}{2 ||P1-P4||} \quad (1)$$

Sedangkan formula yang paling populer digunakan untuk menghitung *blink rate* untuk kasus mengantuk adalah PERCLOS dengan persamaan sebagai berikut [21]:

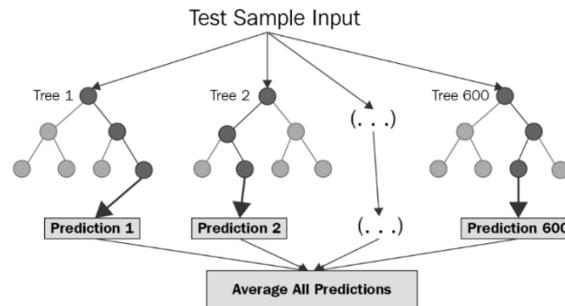
$$PERCLOS (\%) = \frac{\text{The sum of frame when eye is closed}}{\text{Interval of frame}} \times 100\% \quad (2)$$

Untuk mendeteksi menguap atau *yawning* itu sendiri dapat dianalisis berdasarkan pengamatan citra berdasarkan kalkulasi *calculating the open degree of mouth* (MAR), dimana MAR ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut [20].

$$MAR = \frac{||M2-M8||+||M3-M7||+||M4-M6||}{3 ||M1-M5||} \quad (3)$$

1.1.5. Ensemble Regression Trees

Ensemble Regression Trees atau Algoritma Pohon Regresi Bertaut adalah sebuah *predictive* model gabungan dari pohon regresi dengan bobot yang berbeda-beda. Penggunaan pohon regresi digunakan untuk meningkatkan lebih dari keoptimalan model dalam mengatasi problem set pada tiap fungsi regresi.



Gambar 4. Metode Ensemble Regression Trees

Dimana dapat dilihat masing-masing regression tree memiliki feature activator yang berbeda dengan rumus activator nya masing-masing, namun pada sebuah pohon regresi yang tunggal akan sangat jarang menemukan hasil prediksi yang bagus. Namun pada suatu kumpulan pohon dengan jumlah *branch* yang sangat besar secara matematis prediksi yang dibentuk akan lebih tahan bias dan umumnya memiliki akurasi yang lebih baik dan nilai *variance* yang lumayan tinggi. Pada tahap akhir hasil dari setiap regresi akan dicari rata-rata untuk menentukan hasil prediksi. Algoritma ini melakukan metode *bagging* atau agregasi *bootstrap* sebuah metode yang umum untuk menggabungkan (n) buah model untuk memprediksi sesuatu yang sama (agregasi *output* dari sebuah *classifier* ataupun regresi). Dikatakan sebagai *bootstrap* karena algoritma ini memberikan setiap pohon individual sebuah *set* observasi yang disampel dari original dataset yang bisa dibangun sebanyak pohon yang diinginkan lalu mengagregat hasil prediksinya.

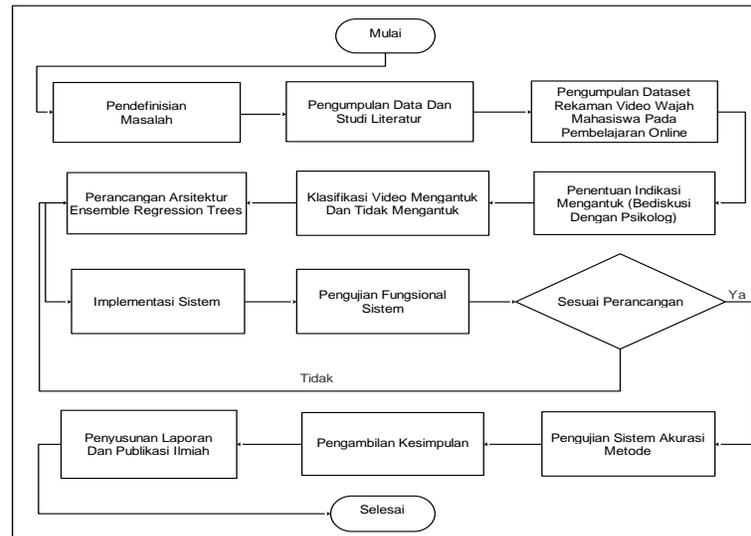
$$SL(.) = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L w_l(.) \quad (4)$$

Nilai SL adalah rata-rata dari semua *weight final* masing-masing pohon individual yang dibagi dengan N dari L yang melambangkan pohon secara keseluruhan.

2. Metode/Perancangan

2.1. Pembelajaran Daring

Model penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen. Secara garis besar, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini sesuai dengan gambar alur penelitian pada **Gambar 5** berikut.

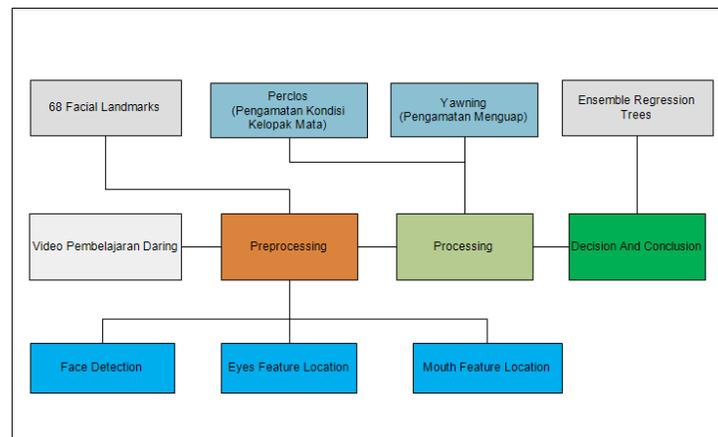


Gambar 5. Tahapan Penelitian

Data pembelajaran daring pada penelitian berupa video diambil dari arsip pembelajaran daring STMIK STIKOM Indonesia, youtube dan video pembelajaran yang dapat diakses bebas secara online. Teknik pengumpulan sumber data yang digunakan pada penelitian ini diantaranya wawancara, studi literatur dan dokumen. Wawancara dilakukan terhadap psikolog untuk mengetahui titik atau posisi-posisi pada wajah yang dapat mengidentifikasi seorang peserta didik sedang mengalami rasa kantuk, *lowering attention span*, dan gejala kantuk lainnya. Studi literatur digunakan untuk mengkaji penelitian terkait dengan penelitian yang akan dilakukan dan disertai dengan pengumpulan video rekaman wajah pada pembelajaran daring untuk dianalisa apakah sedang mengalami rasa kantuk atau tidak.

2.2. Desain Sistem

Sistem yang dikembangkan akan mampu mengenali point penting pada wajah dengan menggunakan teknik *facial landmark*. Setelah menentukan posisi wajah maka sistem akan menentukan posisi mata dan mulut serta memperkirakan titik-titik pada wajah tersebut yang dapat memberikan identifikasi bahwa mahasiswa tersebut sedang mengantuk (*drowsiness*). Berdasarkan rekaman video pembelajaran daring mahasiswa yang telah dikumpulkan, selanjutnya akan dianalisis apakah terjadi *yawning* atau *close eyes* dengan durasi yang ditentukan pada algoritma deteksi *drowsiness*.



Gambar 6. Gambaran Umum Sistem

Seperti terlihat pada **Gambar 6** video pembelajaran daring yang masuk pada sistem akan melewati proses *preprocessing*, pada proses ini akan dilakukan pengenalan posisi-posisi wajah baik berupa posisi mata, hidung dan mulut untuk kemudian dianalisis apakah teridentifikasi mengantuk atau tidak. Semua proses tersebut akan penulis kembangkan menggunakan metode *Facial Landmark 68*, *Ensemble Regression Trees* disertai dengan penerapan algoritma *perclos* dan *yawning* untuk pengambilan keputusan akhir dalam menentukan identifikasi mengantuk pada mahasiswa yang sedang mengikuti proses pembelajaran daring. Pada tahap akhir pada penelitian ini yang menggunakan *Ensemble Regression Trees* digunakan beberapa parameter-parameter khusus yang digunakan untuk membuat pohon pengambilan keputusan, adapun parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah.

Tabel 1. Parameter Pendukung *Ensemble Regression Trees*

No	Parameter	Satuan
1	Yawning Detected	Nilai
2	Average Yawning Duration	Waktu
3	Yawning Frequency / Minute	Nilai
4	PERCLOS	Nilai
5	Blinking Frequency / Minute	Nilai
6	Average Blinking Duration	Waktu

2.3. Pengumpulan Data

Pada tahap awal untuk melakukan training dan pengujian awal pembelajaran sistem dalam melakukan pengenalan objek wajah, penulis menggunakan 1000 data gambar wajah dengan posisi mata tertutup (*close eyes*), 1000 data gambar wajah dengan kondisi mata terbuka (*open eyes*), 1000 data gambar wajah menguap (*yawning*), dan 1000 data gambar wajah tidak menguap yang dapat diakses secara gratis pada www.kaggle.com, ieee-dataport.org serta parnec.nuaa.edu.cn. Selain data gambar, terdapat juga data video yang digunakan untuk pengujian aplikasi yang dikembangkan ini, dimana jumlah data video yang digunakan untuk pengujian sebanyak 20 data video pembelajaran daring.



Gambar 7. Dataset Mata Tertutup



Gambar 8. Dataset Mata Terbuka



Gambar 9. Rekaman Video Pembelajaran Daring

Untuk resolusi video yang digunakan sebagai dataset pada penelitian ini adalah gambar dengan kualitas 30 FPS yang artinya pada 1 detik video terdapat 30 frame gambar.

2.4. Pengujian Sistem

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian *accuracy*, *precision* dan *recall*, pengujian ini akan dilakukan dengan menilai apakah keputusan yang diberikan oleh sistem sesuai dengan indikator mengantuk yang telah dikonsultasikan bersama dengan psikolog. Teknik pengujian akurasi dapat dikatakan sebagai seberapa kedekatan nilai yang dihasilkan dari pengujian dengan nilai yang sebenarnya, atau dapat dikatakan seberapa besar gap yang dihasilkan dari pengukuran dari nilai yang dianggap benar [22]. Berikut ini merupakan formula dalam menentukan *accuracy* (*Acc*), *precision* (*Pr*) dan *recall* (*R*).

$$Acc = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} * 100\% \quad (5)$$

$$Pr = \frac{TP}{FP+TP} * 100\% \quad (6)$$

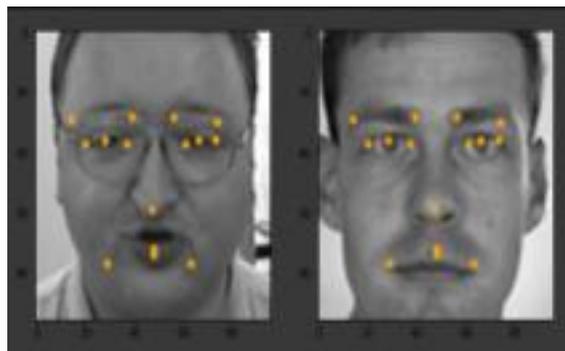
$$R = \frac{TP}{FN+TP} * 100\% \quad (7)$$

Untuk melakukan pengujian tersebut, penulis mengumpulkan dataset orang mengantuk dan dataset orang tidak mengantuk, dari dataset yang dikumpulkan beberapa bagian dari dataset akan digunakan untuk melakukan *training* dan pengujian sistem. Pada pengujian pertama untuk menentukan metode capture video yang dikembangkan sudah dapat bekerja dengan baik atau tidak, penulis mengumpulkan 100 data uji gambar wajah mata tertutup dan 100 data uji gambar wajah dengan mata terbuka. Selain itu untuk menguji kondisi lainnya yaitu keadaan menguap, digunakan juga 100 data uji capture video seseorang dengan menguap dan 100 gambar wajah tidak sedang menguap. Setelah sistem dapat mencapture keadaan tersebut dengan baik, selanjutnya akan dilakukan pengujian analisis keadaan mengantuk menggunakan 20 data uji video. Dengan diadakannya pengujian akurasi, pengembang perangkat lunak tentunya akan dapat dievaluasi dan menghasilkan suatu persentase akurasi yang bertujuan tujuan untuk dapat meningkatkan kualitas [23].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Implementasi Pengenalan Wajah

Pengenalan wajah merupakan faktor utama yang sangat mempengaruhi keberhasilan sistem dalam mengenali posisi objek pada wajah yang dapat mengidentifikasi mahasiswa sedang mengantuk atau mengalami kelelahan. Untuk melakukan deteksi posisi objek-objek yang ada pada wajah, pada penelitian ini digunakan model *facial landmarks* yaitu 68 landmarks.



Gambar 10. Hasil Pengenalan Posisi Objek Wajah

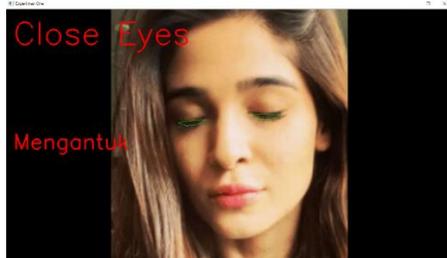
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, pengenalan objek wajah menghasilkan posisi mata dan mulut yang presisi, sehingga dapat digunakan sebagai sistem analisis awal untuk menentukan mahasiswa yang sedang mengikuti kelas daring mengalami mengantuk ataupun tidak.

Hasil dan pembahasan memuat hasil penelitian dan pembahasana terkait hasil penelitian tersebut. Setiap gambar tabel yang ditampilkan harus disertai penjelasan agar pembaca bisa memahami isi dari gambar maupun tabel tersebut. Penjelasan terkait data yang disajikan harus disampaikan pada bagian ini dengan tujuan untuk memperjelas kegunaan data pada penelitian.

3.2. Hasil Implementasi Sistem Untuk Pengenalan Mata

Berdasarkan penerapannya, sistem yang dikembangkan telah mampu mengenali atau memposisikan sensor yang digunakan untuk mengenali posisi mata tertutup dan terbuka tepat pada mata objek wajah. Kesalahan penempatan posisi sensor akan menyebabkan kesalahan prediksi sistem dalam mengamati mahasiswa yang sedang mengantuk dalam mengikuti kelas daring. Berikut ini adalah contoh hasil penerapan metode 68 *facial landmark* dalam menentukan

posisi mata objek yang sedang diamati. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem telah mampu mengenali kondisi objek wajah dengan kondisi mata tertutup. Dimana untuk mengenali kondisi mata yang tertutup sistem akan menghitung besaran nilai EAR dari mata objek. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mata akan terdeteksi tertutup atau mengantuk jika memiliki nilai EAR kurang dari 0,23, berikut ini adalah ilustrasi dari pengujian keadaan mata tertutup dan terbuka yang berhasil diamati oleh sistem.



Gambar 11. Sistem Mendeteksi Mata Sedang Tertutup



Gambar 12. Sistem Mendeteksi Mata Sedang Terbuka

Untuk memvalidasi bahwa sistem yang telah dikembangkan dapat mendeteksi keadaan mata tertutup dan terbuka secara ideal, maka pada penelitian ini dilakukan pengujian berasumsikan potongan-potongan frame video yang diwakili menggunakan gambar. Adapun pada pengujian ini digunakan 100 data mata terbuka dan 100 data gambar mata terbuka.

Tabel 2. Hasil Pengujian Frame

Kondisi Mata	Jumlah Data Uji	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
Tertutup	100	89	85	85
Terbuka	100	85	85	84

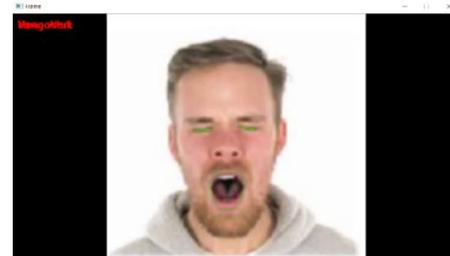
Berdasarkan hasil pengujian sistem menghasilkan akurasi pengujian sebesar 100%, sehingga dapat dikatakan rancangan sistem dalam mengenali mahasiswa yang mengantuk dalam kasus pengamatan frame video sesuai dengan rancangan *software drowsiness detection*.

3.3. Hasil Pengujian Sistem Untuk Pengenalan Menguap

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan untuk mendeteksi *yawning* pada wajah, didapatkan hasil bahwa sistem mampu mengenali posisi mulut dari objek yang diamati. Pengujian ini dilakukan menggunakan 100 data gambar wajah membuka mulut dan 100 gambar wajah menutup mulut.



Gambar 13. Sistem Mendeteksi Tidak Menguap



Gambar 14. Sistem Mendeteksi Sedang Menguap

Berdasarkan **Gambar 13**, Untuk nilai ambang batas nilai MAR ditetapkan pada nilai 0,75 dengan durasi selama dua detik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Frame

Kondisi Mulut	Jumlah Data Uji	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
Tertutup	100	87	85	86
Terbuka	100	90	90	90

Berdasarkan hasil pengujian syang telah dilakukan untuk mendeteksi menguap, sistem yang dikembangkan telah mampu mendeteksi posisi mulut tertutup dan terbuka dengan akurasi sebesar 91%.

3.4. Hasil Pengujian Mengantuk Pada Video Daring

Setelah berhasil melakukan pengujian kondisi mata tertutup dan terbuka menggunakan frame video berdasarkan kumpulan gambar, maka pengujian selanjutnya adalah pengujian sistem menggunakan rekaman video daring pembelajaran siswa. Pada pengujian kali ini wajah yang terekam pada video pembelajaran daring akan tersusun lebih dari satu objek wajah dalam satu buah frame video, sehingga sangat dibutuhkan kehandalan sistem dalam mengamati multi face recognition untuk mengamati setiap objek wajah. Berikut ini adalah salah satu potongan video yang digunakan untuk melakukan pengujian sistem.



Gambar 15. Video Pembelajaran Daring



Gambar 16. Deteksi Mengantuk

Pada rekaman video 16, terlihat pada satu frame terdapat lebih dari satu objek wajah yang diamati oleh sistem, sehingga nantinya jika ditemukan salah satu atau lebih objek mata yang mengalami mengantuk atau mata tertutup maka sistem secara otomatis akan memberikan peringatan bahwa ada siswa yang sedang tidak fokus dalam hal ini adalah mengantuk. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan rekaman video pembelajaran daring, sistem telah mampu memberikan notifikasi “Close Eyes” dan “Drowsiness” ketika terdapat indikasi bahwa ada mahasiswa yang sedang berada pada kondisi EAR dibawah 0,25. Untuk menentukan sistem sudah dapat berjalan dengan baik ketika diujikan menggunakan dataset berbasis video, penulis menyiapkan 20 jenis video dengan keadaan terdapat objek yang sedang mengantuk dan tidak. Berikut ini adalah hasil pengujian menggunakan 20 video terdapat objek yang sedang mengantuk dan tidak.

Tabel 4. Hasil Pengujian

No	Metode	Jumlah Data	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
1	68 Facial Landmark Perclos	20	72	72	72
2	68 Facial Landmark Yawning	20	76	75	76
3	68 Facial Landmark Perclos + Yawning	20	75	73	73
4	68 Facial Landmark Ensemble Decision Tree	20	80	79	76

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan penggunaan metode 68 *Facial Landmark* yang digunakan untuk menentukan *landmark* wajah disandingkan dengan metode *Ensemble Decision Tree* untuk menentukan keputusan apakah mahasiswa yang diamati sedang mengantuk atau tidak menghasilkan nilai *accuracy* tertinggi. Dimana, hasil tersebut dihasilkan karena adanya penentuan pohon keputusan terhadap gejala-gejala mahasiswa tersebut mengalami *drowsiness*. Pohon keputusan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah menentukan berapa nilai *yawning detected*, *average yawning duration*, *yawning frequency* per menit, *perclos*, *blinking frequency* per menit dan *average blinking duration* ketika seseorang tersebut dikatakan mengantuk. Beberapa parameter tersebut akan dianalisis oleh metode *Ensemble Decision Tree* untuk menghasilkan keputusan apakah mahasiswa yang menjadi pengamatan sedang dalam kondisi mengantuk atau tidak. Pada saat, pengujian dilaksanakan pada satu objek sistem menghasilkan nilai akurasi yang sangat baik, sedangkan ketika diimplementasikan pada kasus video pembelajaran yang menampilkan banyak objek pada satu frame hasil analisis sistem dalam mengamati objek yang mengantuk mengalami penurunan. Penurunan ini terjadi karena, sistem gagal mengamati objek karena frame setiap objek mengalami penurunan size berbeda dengan halnya satu frame dengan satu objek. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan perbaikan pre-processing agar sistem mampu melakukan segmentasi objek yang banyak dalam satu frame dengan lebih akurat, sehingga sistem tidak salah dalam mendeteksi objek yang sedang mengantuk.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, sistem yang dikembangkan telah mampu mendeteksi poin-poin penting pada wajah yang dapat mengidentifikasi siswa mengantuk ketika mengikuti pembelajaran daring. Hasil akurasi yang baik dihasilkan ketika sistem dihadapkan pada kasus satu objek wajah pada frame pengamatan, dimana sistem mampu mendeteksi mata tertutup dengan akurasi sebesar 89% dan mata terbuka sebesar 85%. Sedangkan, pada kasus menguap sistem dapat mendeteksi objek sedang menguap dengan akurasi sebesar 90% dan tidak menguap sebesar 87%. Pada kasus pengamatan objek yang sedang mengantuk menggunakan video pembelajaran daring penerapan metode 68 *Facial Landmark* + *Ensemble Decision Tree* menghasilkan akurasi terbaik dengan akurasi sebesar 80%. Hasil deteksi mengantuk pada pembelajaran daring nantinya dapat digunakan sebagai bahan analisis bagi pengajar untuk mengamati apa yang menyebabkan siswa mengantuk dalam pembelajaran daring, sehingga pengajar dapat mengambil keputusan apakah materi yang kurang

menarik atau ada faktor lain yang menyebabkan siswa mengantuk pada saat pembelajaran daring.

Daftar Pustaka

- [1] P. web Kemdikbud, “Kemendikbud Terbitkan Pedoman Penyelenggaraan Belajar dari Rumah,” *KEMENDIKBUD RI*, Jakarta, 2020.
- [2] A. Balasopoulou *et al.*, “Symposium Recent advances and challenges in the management of retinoblastoma Globe - saving Treatments,” *BMC Ophthalmol.*, vol. 17, no. 1, p. 1, 2017.
- [3] H. Oginska and J. Pokorski, “Fatigue and mood correlates of sleep length in three age-social groups: School children, students, and employees,” *Chronobiol. Int.*, vol. 23, no. 6, pp. 1317–1328, 2006.
- [4] D. Kang, J. Emmons, F. Abuzaid, P. Bailis, and M. Zaharia, “Optimizing neural network queries over video at scale,” *Proc. VLDB Endow.*, vol. 10, no. 11, pp. 1586–1597, 2017.
- [5] J. D. Irawan, F. Handoko, and ..., “Ruang Kuliah Pintar Pemantau Tingkat Efektivitas Pembelajaran Yang Dapat Mendeteksi Mahasiswa Bosan Dan Mengantuk,” *Semin. Nas. Inov. ...*, pp. 250–256, 2019.
- [6] S. Terai *et al.*, “Detecting learner drowsiness based on facial expressions and head movements in online courses,” *Int. Conf. Intell. User Interfaces, Proc. IUI*, pp. 124–125, 2020.
- [7] U. Trutschel, B. Sirois, D. Sommer, M. Golz, and D. Edwards, “PERCLOS: An Alertness Measure of the Past,” pp. 172–179, 2011.
- [8] R. J. Hanowski, D. Bowman, A. Alden, and W. W. Wierwille, “PERCLOS + : Moving Beyond Single-Metric Drowsiness Monitors,” *SAE Tech. Pap. Ser.*, no. 724, 2018.
- [9] M. Maravanyika, N. Dlodlo, and N. Jere, “An adaptive recommender-system based framework for personalised teaching and learning on e-learning platforms,” *2017 IST-Africa Week Conf. IST-Africa 2017*, pp. 1–9, 2017.
- [10] J. C. Lo, J. L. Ong, R. L. F. Leong, J. J. Gooley, and M. W. L. Chee, “Cognitive performance, sleepiness, and mood in partially sleep deprived adolescents: The need for

- sleep Study,” *Sleep*, vol. 39, no. 3, pp. 687–698, 2016.
- [11] D. Maturana, D. Mery, and Á. Soto, “Face recognition with decision tree-based local binary patterns,” in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2011, vol. 6495 LNCS, no. PART 4, pp. 618–629.
- [12] V. Kazemi and J. Sullivan, “One millisecond face alignment with an ensemble of regression trees,” in *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2014, pp. 1867–1874.
- [13] N. L. Khusniyah and L. Hakim, “EFEKTIFITAS PEMBELAJARAN BERBASIS DARING: SEBUAH BUKTI PADA PEMBELAJARAN BAHASA INGGRIS,” *J. Pemikir. dan Penelit. Pendidik.*, vol. 17, no. 1, pp. 19–33, 2019.
- [14] M. D. L. Martins, “How to Effectively Integrate Technology in the Foreign Language Classroom for Learning and Collaboration,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 174, pp. 77–84, 2015.
- [15] O. I. Handarini and Program, “Pembelajaran Daring Sebagai Upaya Study From Home (SFH) Selama Pandemi Covid 19,” *J. Pendidik. Adm. Perkantoran*, vol. 8, no. 3, pp. 496–503, 2020.
- [16] S. D. Winata, “Gejala , Diagnosis , dan Tata Laksana pada Pasien Peminum Kafein yang Mengalami Adiksi,” *Univ. Kristen Krida Wacana*, vol. 21, no. 57, 2016.
- [17] I. Imanuddin, F. Alhadi, R. Oktafian, and A. Ihsan, “Deteksi Mata Mengantuk pada Pengemudi Mobil Menggunakan Metode Viola Jones,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 18, no. 2, pp. 321–329, 2019.
- [18] R. Jabbar, K. Al-Khalifa, M. Kharbeche, W. Alhajyaseen, M. Jafari, and S. Jiang, “Real-time Driver Drowsiness Detection for Android Application Using Deep Neural Networks Techniques,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 130, pp. 400–407, 2018.
- [19] S. A. Lee, J. Kim, J. M. Lee, Y.-J. Hong, I.-J. Kim, and J. D. Lee, “Automatic Facial Recognition System Assisted-facial Asymmetry Scale Using Facial Landmarks,” *Otol. Neurotol.*, vol. 41, no. 8, pp. 1140–1148, 2020.

- [20] S. Liu, Y. Wu, Q. Liu, and Q. Zhu, *Design of Fatigue Driving Detection Algorithm Based on Image Processing*, vol. 1. Springer Singapore, 2020.
- [21] S. Junaedi and H. Akbar, "Driver Drowsiness Detection Based on Face Feature and PERCLOS," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1090, no. 1, 2018.
- [22] K. A. Aryani, D. G. H. Divayana, and I. M. A. Wirawan, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Jerawat di Wajah dengan Metode Certainty Factor," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, p. 96, 2017.
- [23] I. P. A. E. D. U. Udayana and P. G. S. C. Nugraha, "Prediksi Citra Makanan Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Menentukan Besaran Kalori Makanan," *J. Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 30–38, 2020.