

HASIL

DETEKSI TINGKAT *ENGAGEMENT* SISWA PADA PEMBELAJARAN DARING BERDASARKAN EMOSI WAJAH DAN SIKAP SISWA

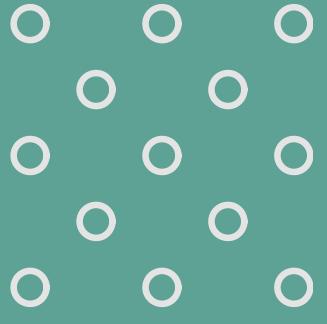
Ari Apriansyah - 23523301

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Kusrpraspta Mutijarsa, S.T., M.T.

Pembimbing 2 : Dr. Fadhil Hidayat, S.Kom., M.T.

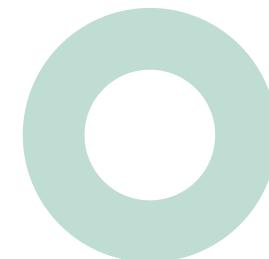


Pendahuluan



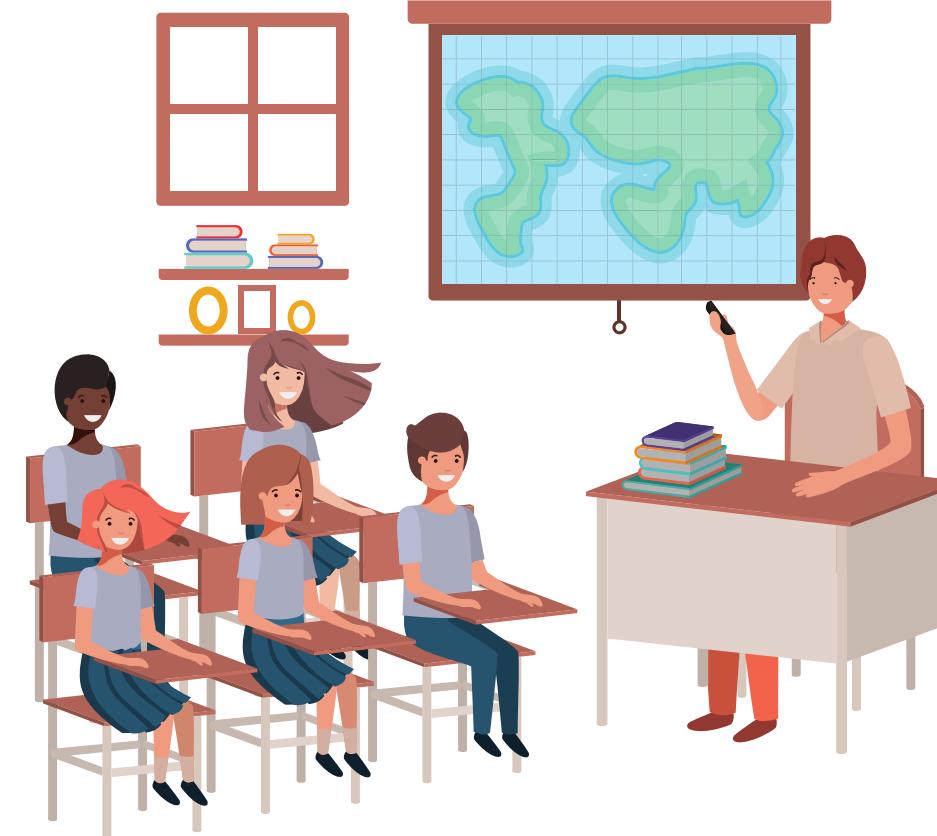


Latar Belakang



"Digitalisasi Pendidikan"

Memodernisasi pembelajaran dengan
memanfaatkan ***Learning Management
System*** dan model ***hybrid***



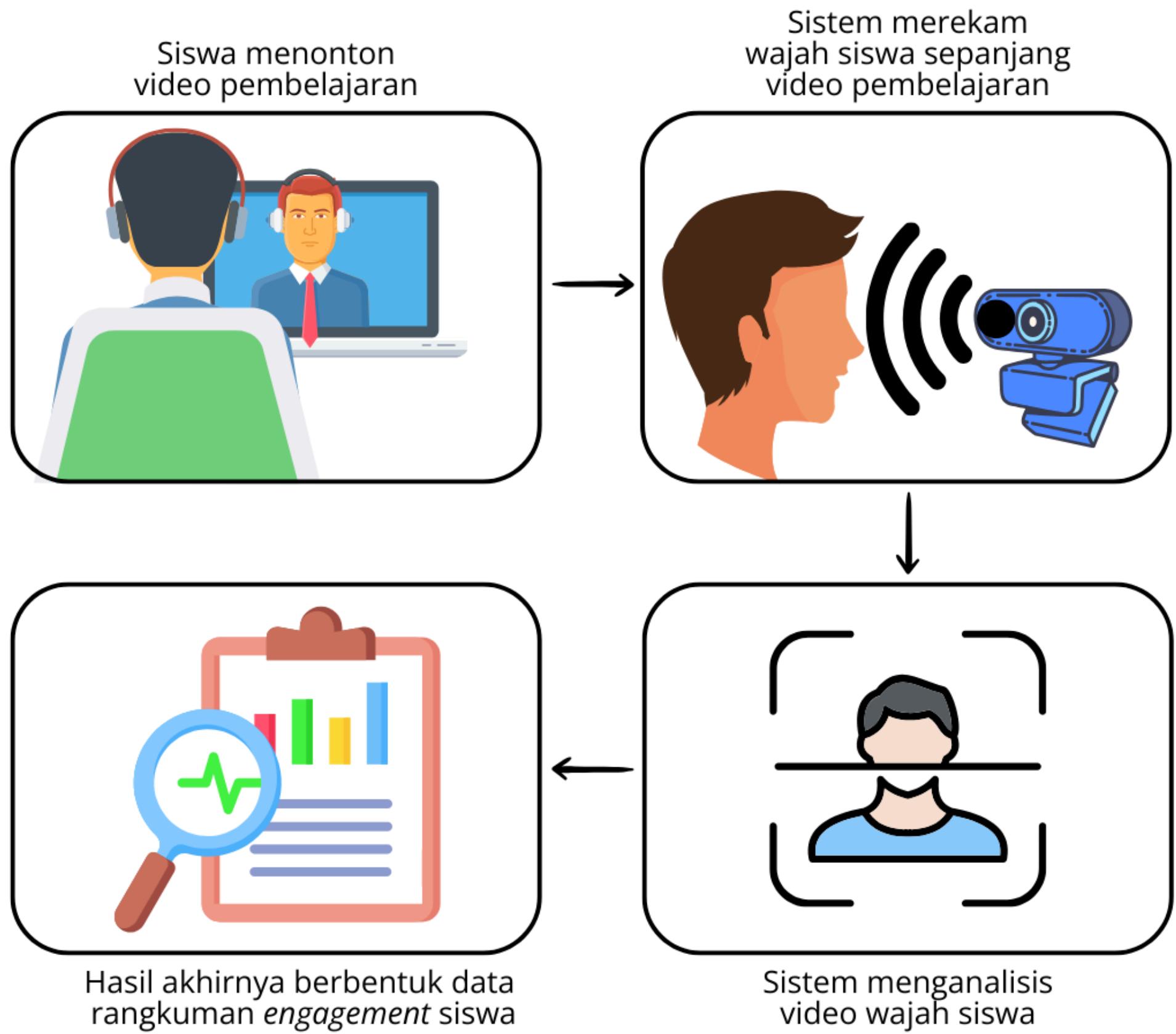
Pelaksanaan pembelajaran dipaksa untuk tetap berjalan secara daring, baik secara ***synchronous learning*** menggunakan aplikasi konferensi daring maupun ***asynchronous learning*** menggunakan ***Learning Management System (LMS)***



Asynchronous learning tidak bisa menilai keseriusan siswa dalam melakukan pembelajaran, karena tidak ada interaksi antara pengajar dan siswa (Peterson, 2023)

Diperlukan suatu **mekanisme umpan balik** yang dapat menyimpulkan tingkat keseriusan siswa dalam ***asynchronous learning***

Usulan Solusi



Menerapkan ***Facial Expressions Recognition (FER)*** dipadukan dengan penilaian sikap siswa (**arah kepala & arah pandangan mata**) untuk mendapatkan data tingkat keterlibatan siswa

Masalah dalam penerapan FER pada LMS

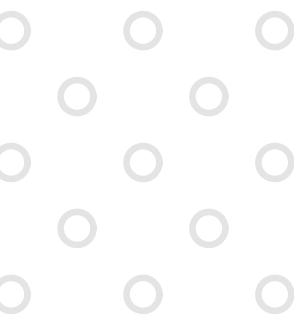


Lemah terhadap keadaan oklusi

seperti wajah yang tertutup oleh tangan, kacamata, atau objek lain (Li dan Deng, 2022)

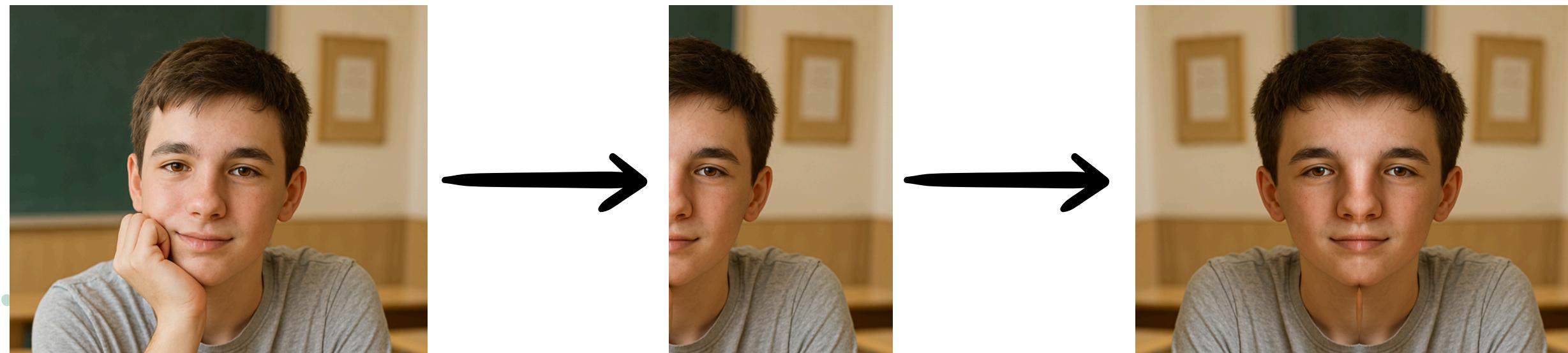
Oklusi **menurunkan tingkat akurasi** pengenalan emosi (Mensah dkk., 2024).

Wajah **frontal** memiliki **akurasi** pengenalan yang **lebih baik** daripada **non-frontal** (Cao dkk., 2021)



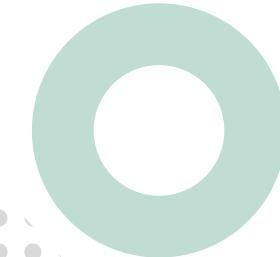
Metode Usulan

Melakukan teknik ***pre-processing*** untuk “**mengkondisikan**” gambar wajah dengan kondisi teroklusi tangan atau wajah dengan kondisi miring (*non-frontal*) menjadi wajah yang **menghadap lurus ke depan** memanfaatkan **bagian setengah wajah** dalam bentuk gambar wajah 2D





Rumusan Masalah Penelitian



- 01.** Bagaimana meyimpulkan **tingkat keterlibatan** siswa dengan modalitas **FER, arah pandangan mata, dan arah kepala?**

- 02.** Apakah ***pre-processing*** gambar 2D yang memanfaatkan data setengah wajah **dapat meningkatkan probabilitas** emosi wajah siswa?

Tujuan Penelitian

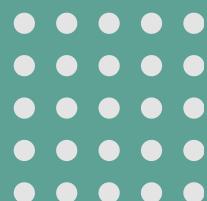
Membuat **konsep media pembelajaran daring** dengan menambahkan **fitur umpan balik** menggunakan modalitas **FER**, **arah pandangan**, dan **arah kepala** untuk mendapatkan data **tingkat keterlibatan** dari siswa

01.

Aplikasi media pembelajaran daring dapat meyimpulkan tingkat engagement siswa menggunakan multi-modal yaitu FER, arah pandangan mata, dan arah kepala

02.

Melakukan pengukuran efek pre-processing gambar 2D yang memanfaatkan data setengah wajah terhadap probabilitas emosi wajah siswa yang teroklusi



Batasan Penelitian



Sikap Siswa

Sikap siswa yang dinilai hanya dari arah kepala dan mata



Penerapan FER

Hanya pada materi video *asynchronous*



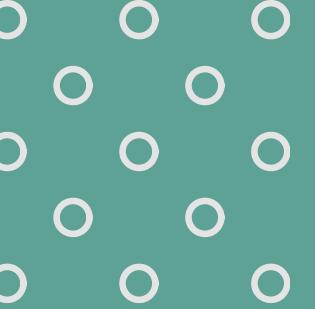
Bentuk Oklusi

Hanya pada kondisi sebagian wajah tertutup tangan



Aplikasi

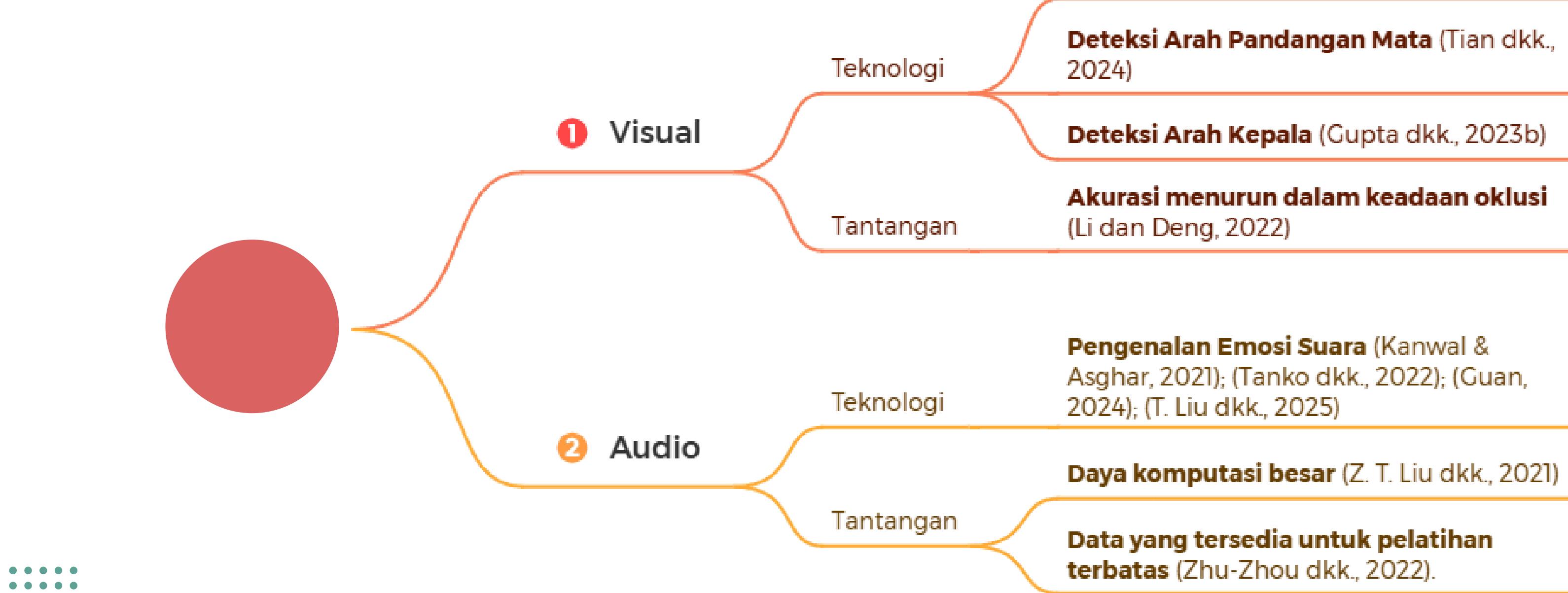
LMS dibuat dengan fokus pada fitur *asynchronous learning*



Studi Literatur



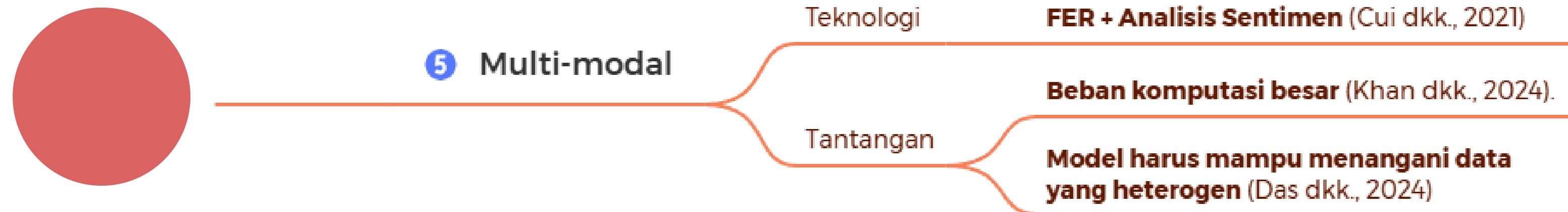
Deteksi emosi siswa pada media pembelajaran daring (bag. 1)



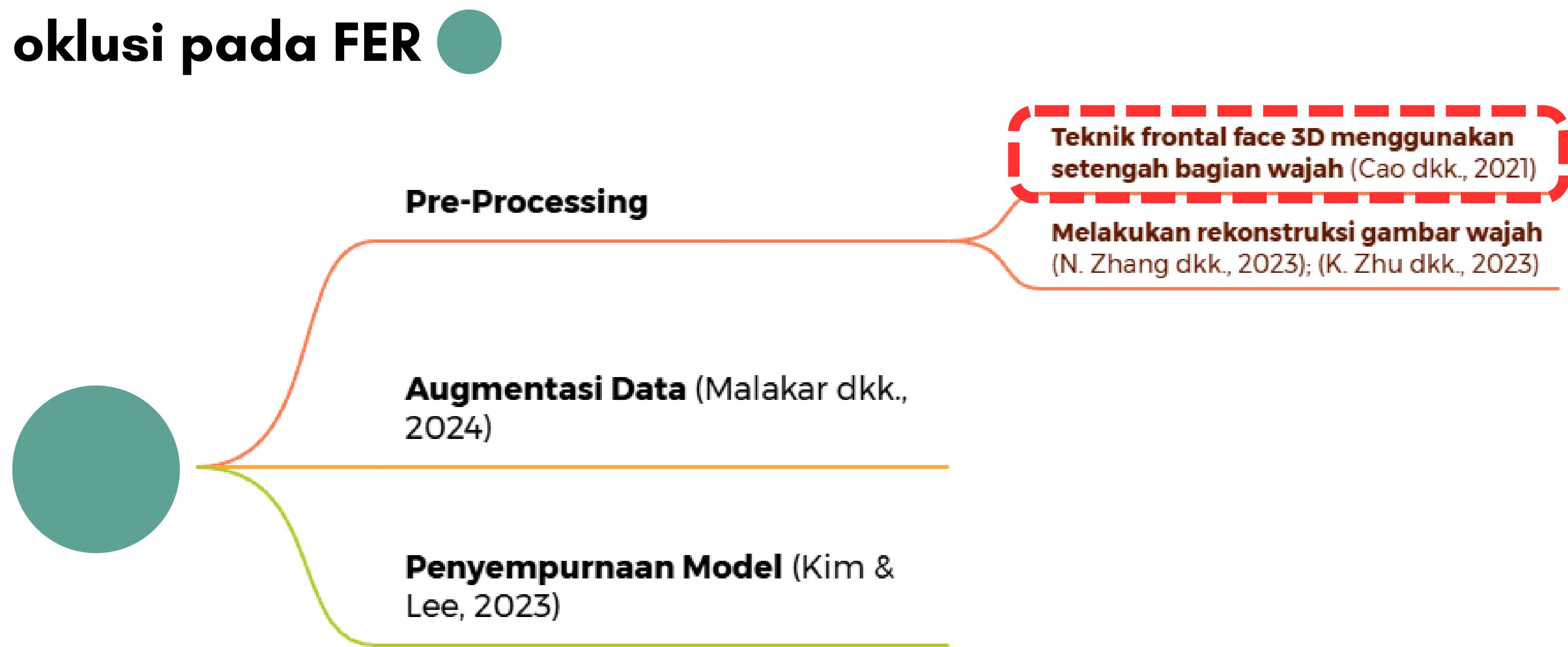
Deteksi emosi siswa pada media pembelajaran daring (bag. 2)



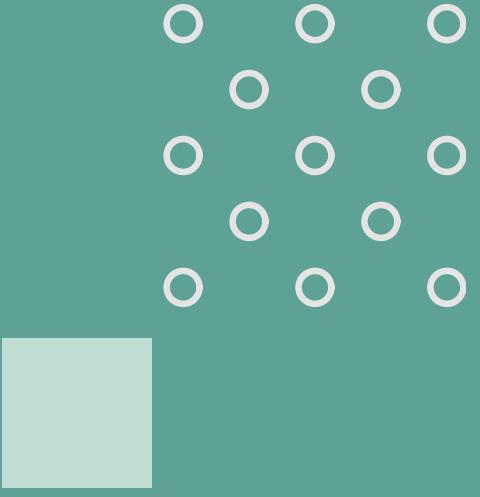
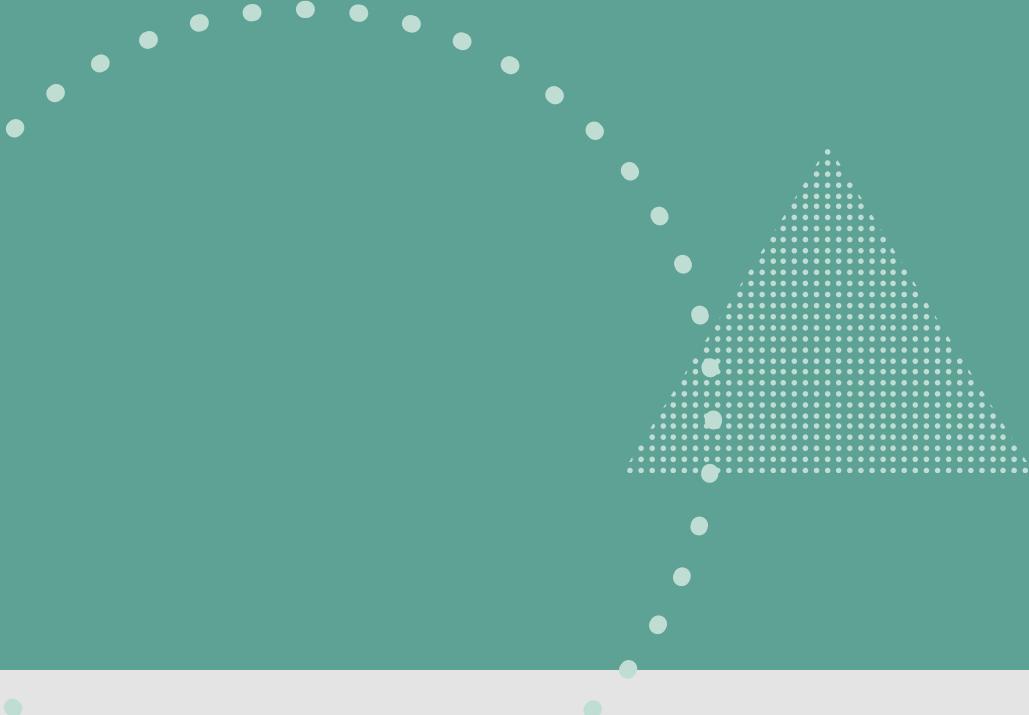
Deteksi emosi siswa pada media pembelajaran daring (bag. 3)



Cara mengatasi masalah oklusi pada FER

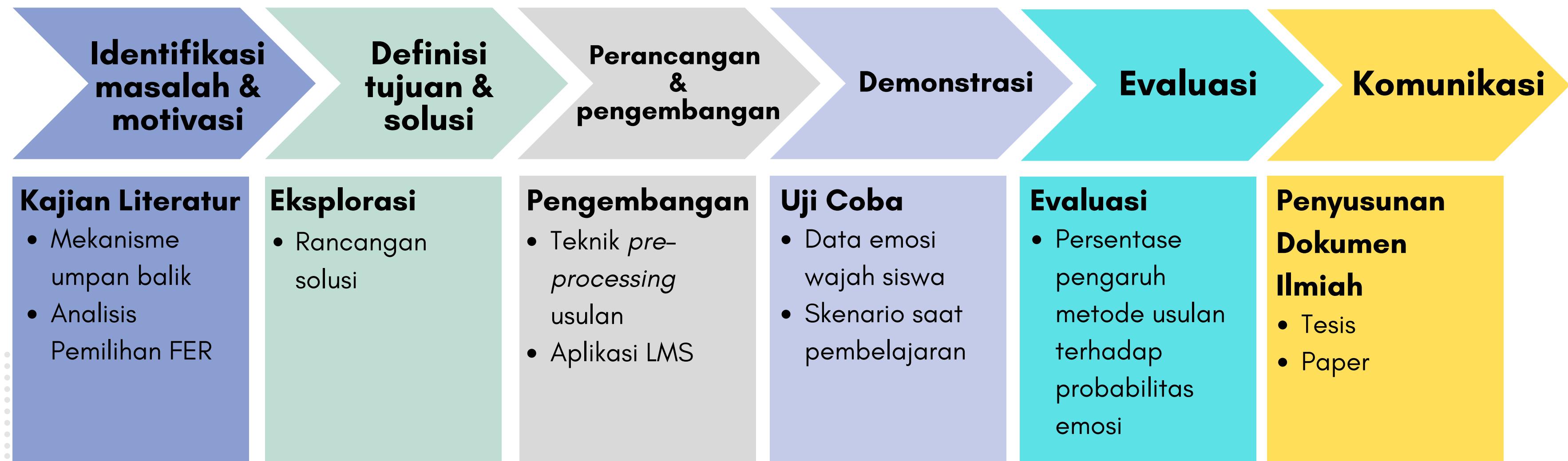


Metodologi

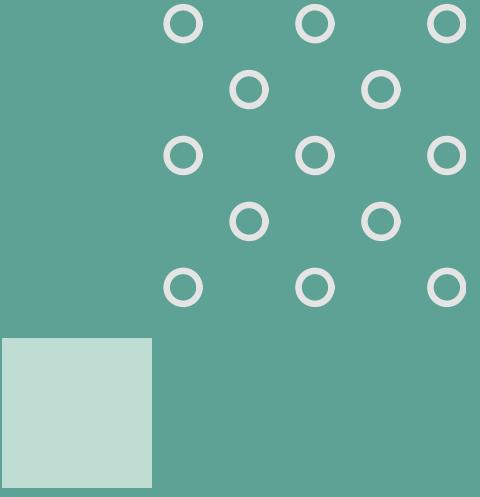


Metodologi Penelitian

Design Science Research Method (DSRM)



Implementasi



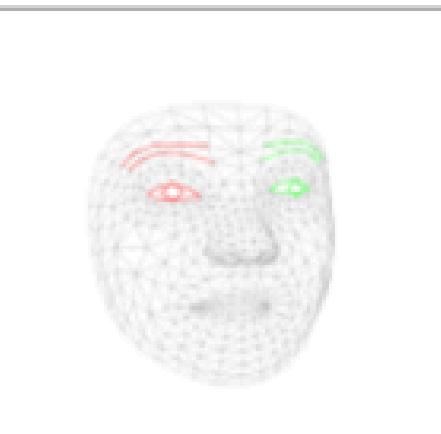
Implementasi metode usulan



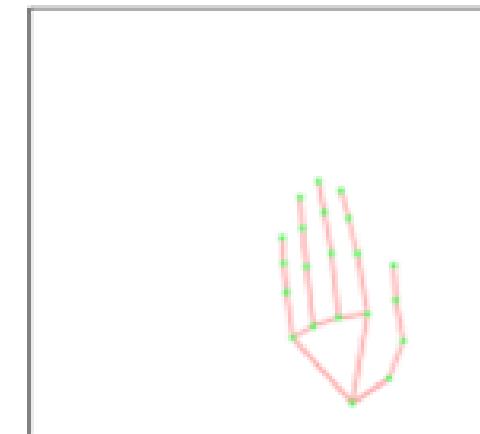
(a)



(b)



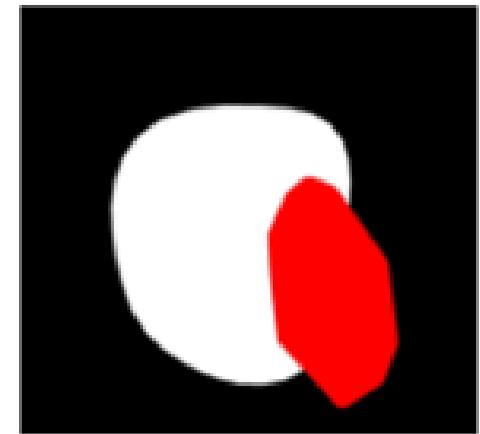
(c)



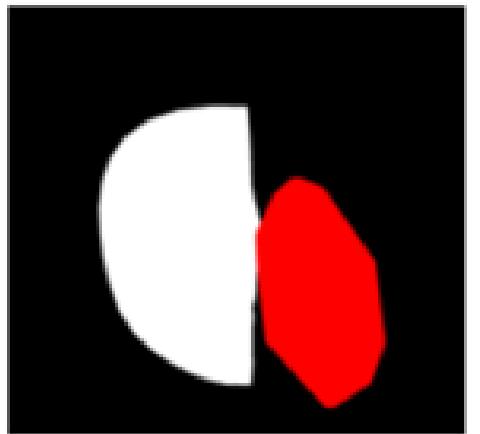
(d)



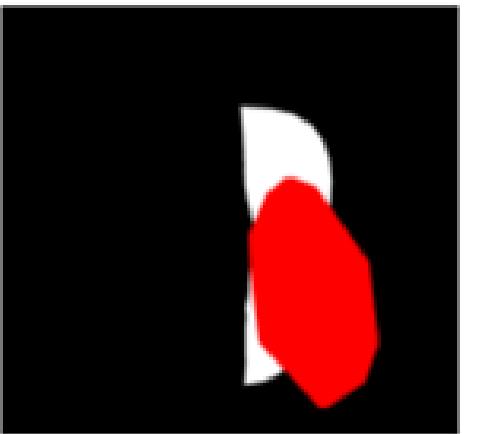
(e)



(f)



(g)



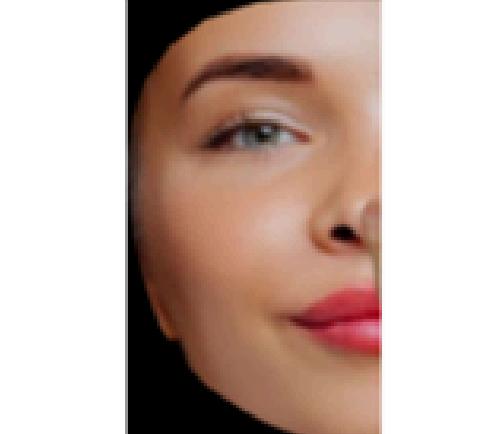
(h)



(i)



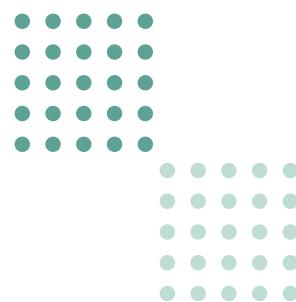
(j)



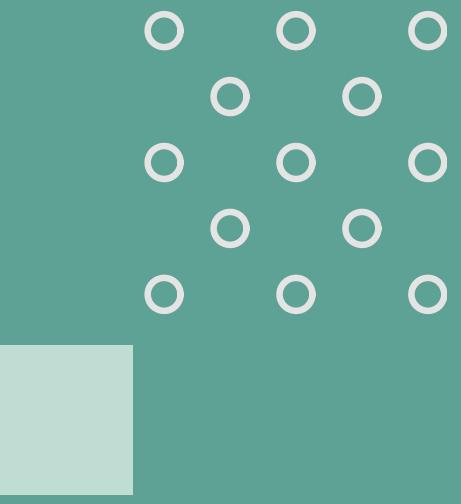
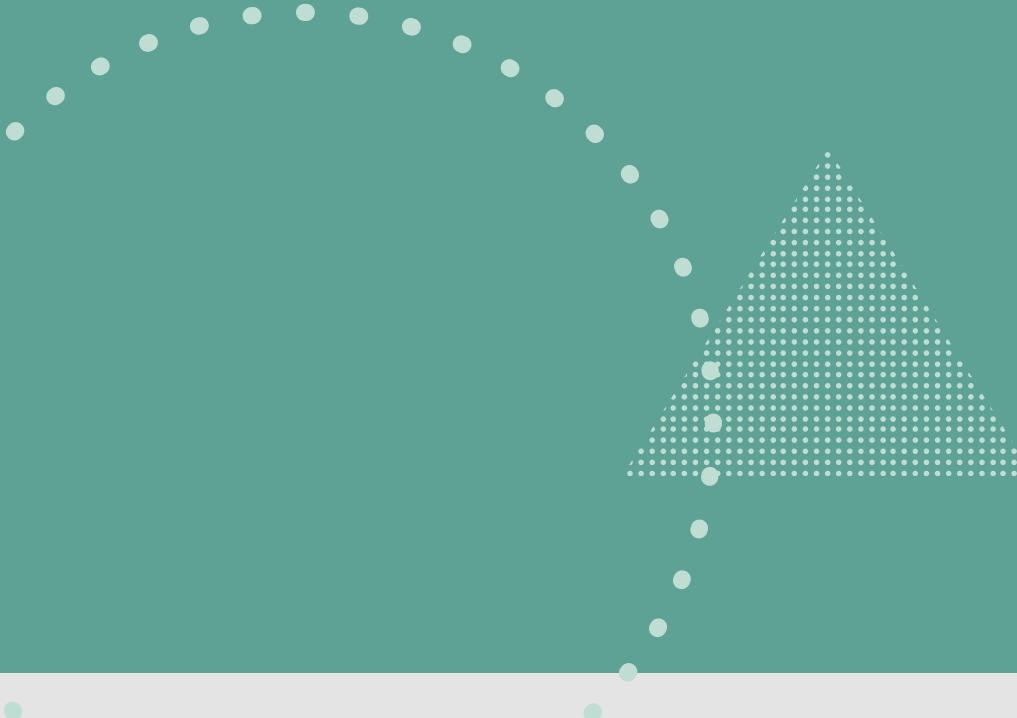
(k)



(l)

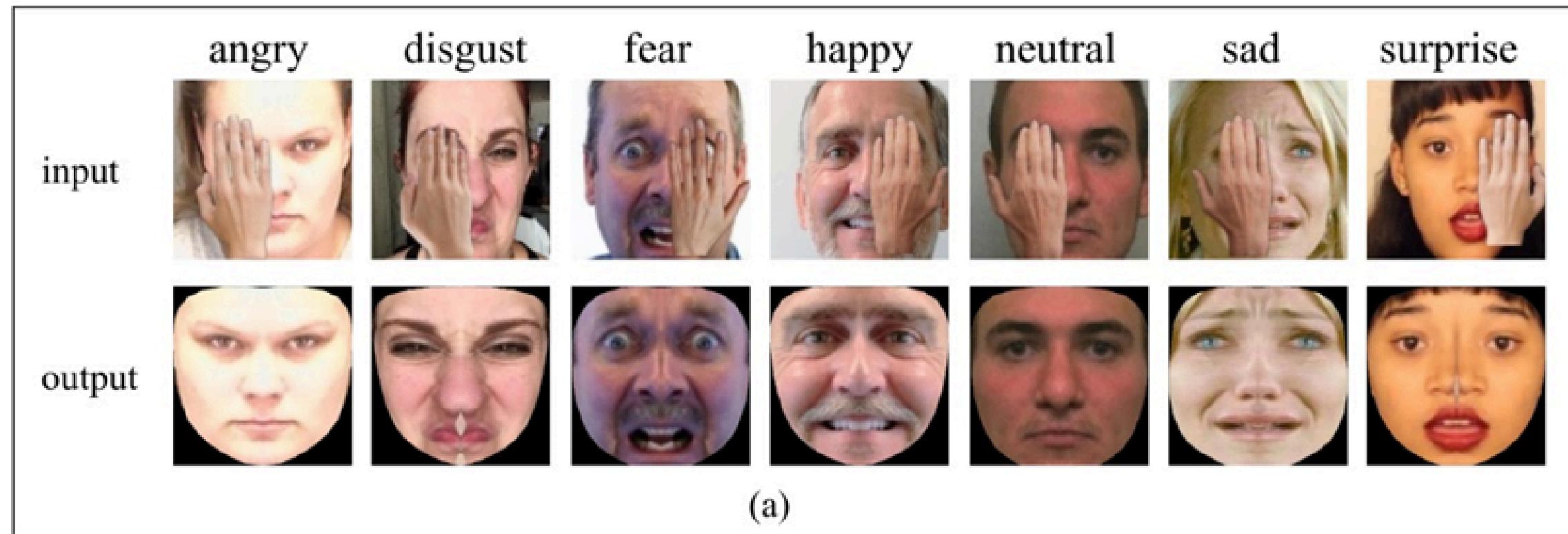


Hasil dan Evaluasi

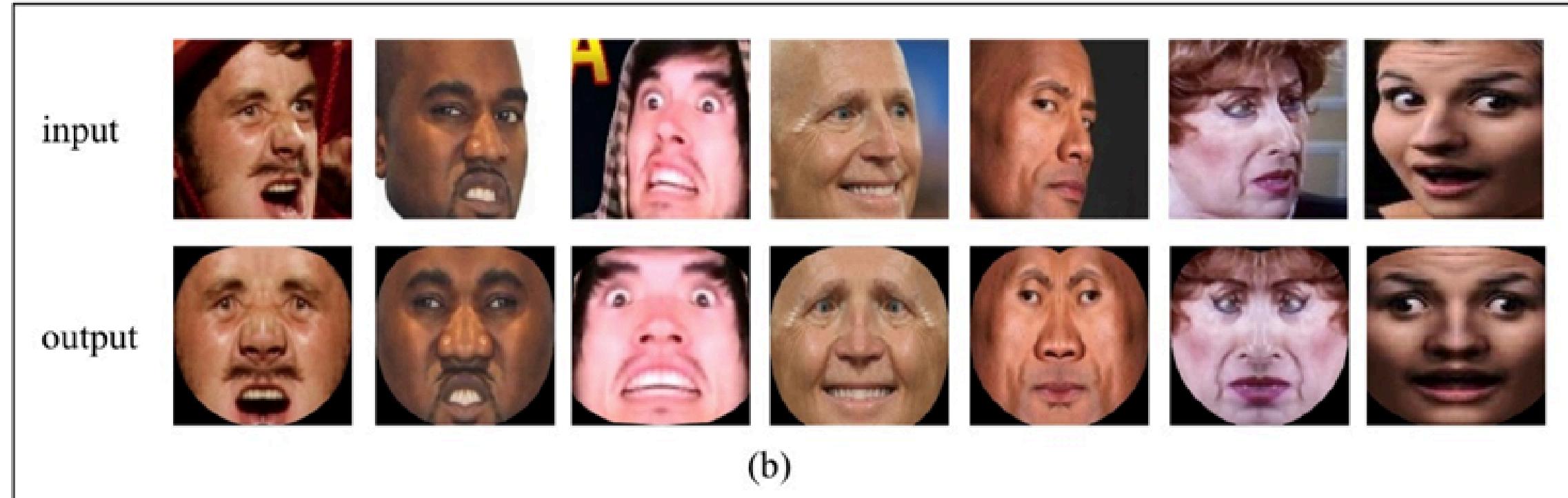


Hasil Metode Usulan

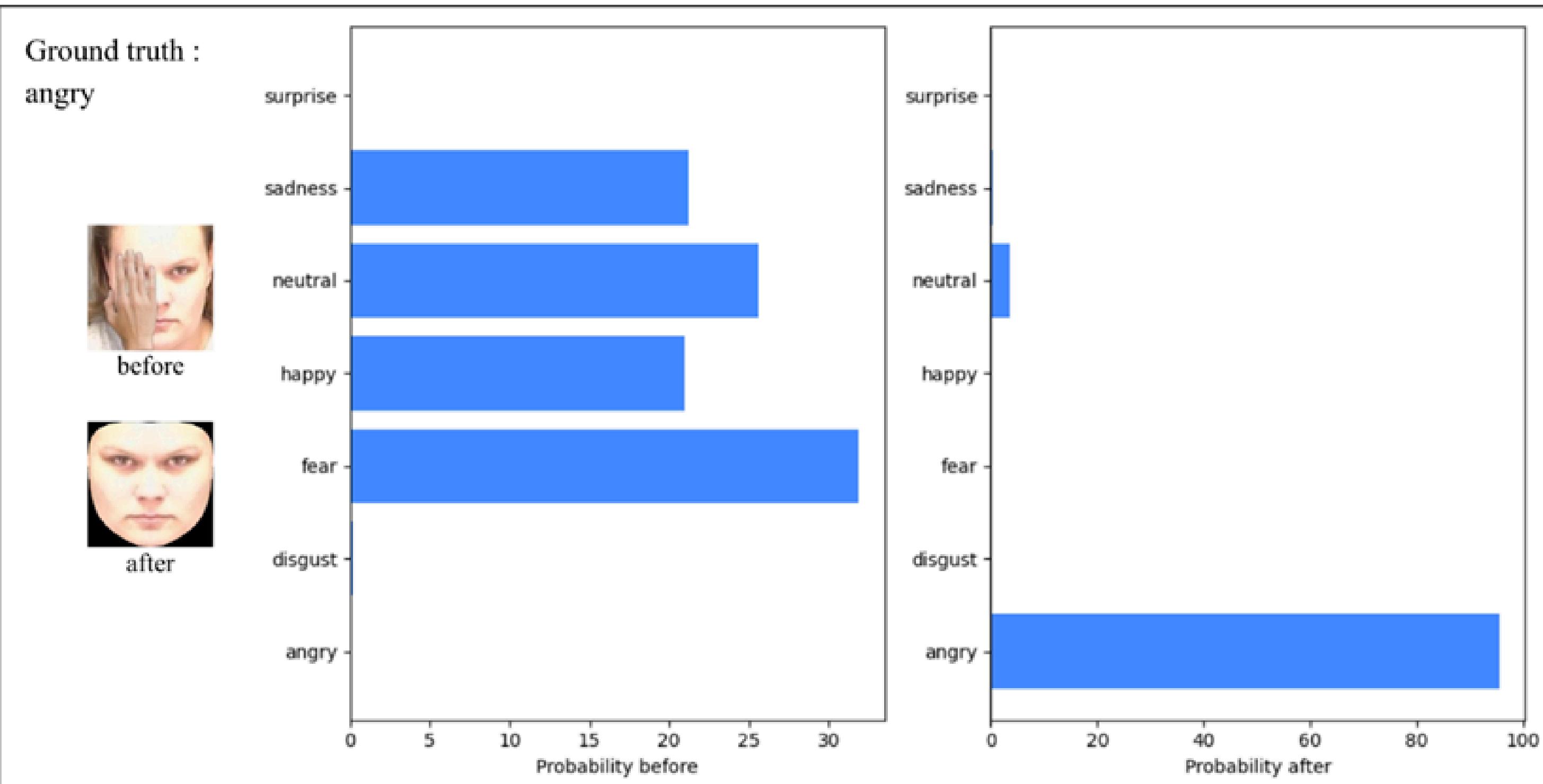
FRONTAL FACE



NON-FRONTAL FACE



Evaluasi



Evaluasi terhadap data wajah dengan oklusi tangan

ACCURACY RESULT OF HAND-OCCULTED FACE WITH CNN

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	100	34.00	74.00	40.00	Increased
Disgust	100	2.00	45.50	43.50	Increased
Fear	100	37.50	56.50	19.00	Increased
Happy	100	33.50	71.50	38.00	Increased
Neutral	100	2.00	61.50	59.50	Increased
Sad	100	31.00	51.50	20.50	Increased
Surprise	100	33.00	49.00	16.00	Increased
Average			33.79		Increased

ACCURACY RESULT OF HAND-OCCULTED FACE WITH DEEPFACE

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	100	36.50	38.00	1.50	Increased
Disgust	100	2.00	9.00	7.00	Increased
Fear	100	26.50	26.50	0.00	No Change
Happy	100	16.00	70.00	54.00	Increased
Neutral	100	19.00	64.00	45.00	Increased
Sad	100	29.50	35.50	6.00	Increased
Surprise	100	35.50	22.00	-13.50	Decreased
Average			14.29		Increased

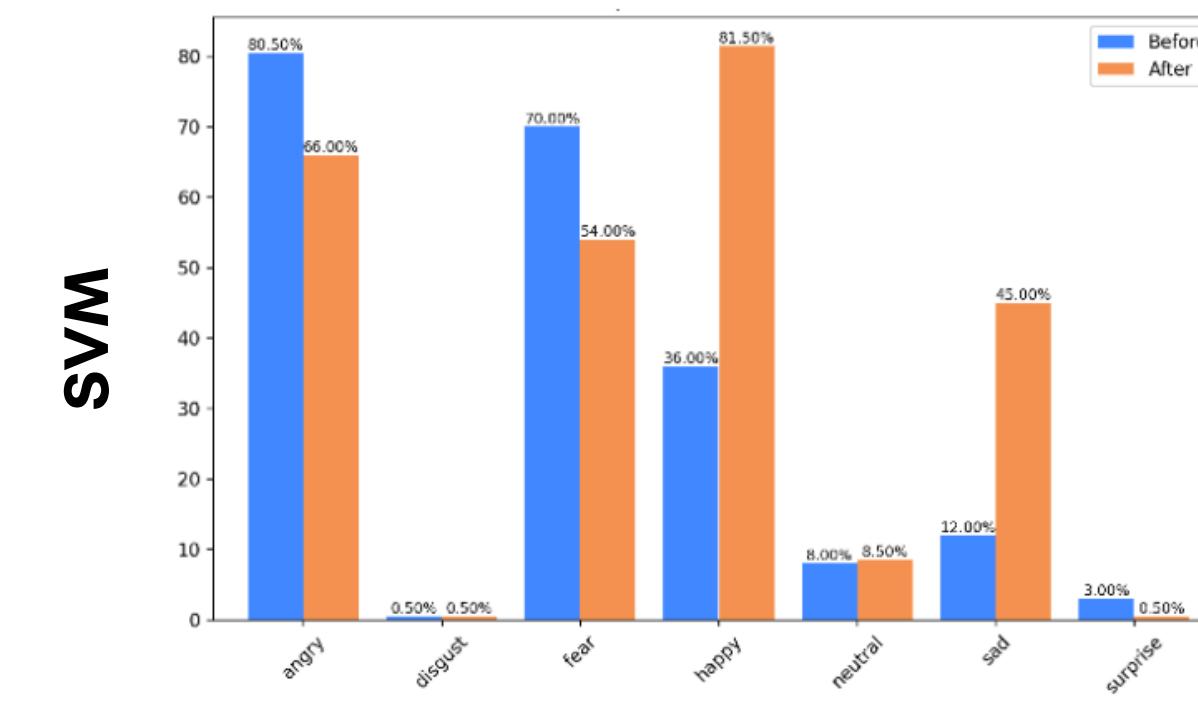
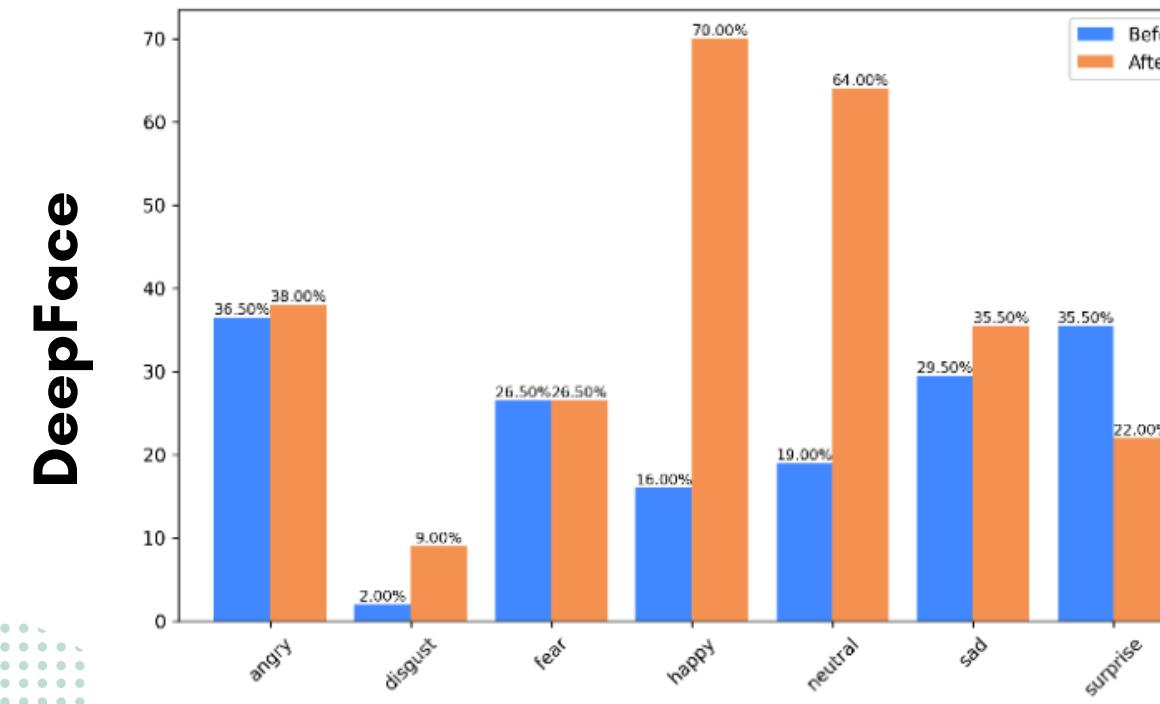
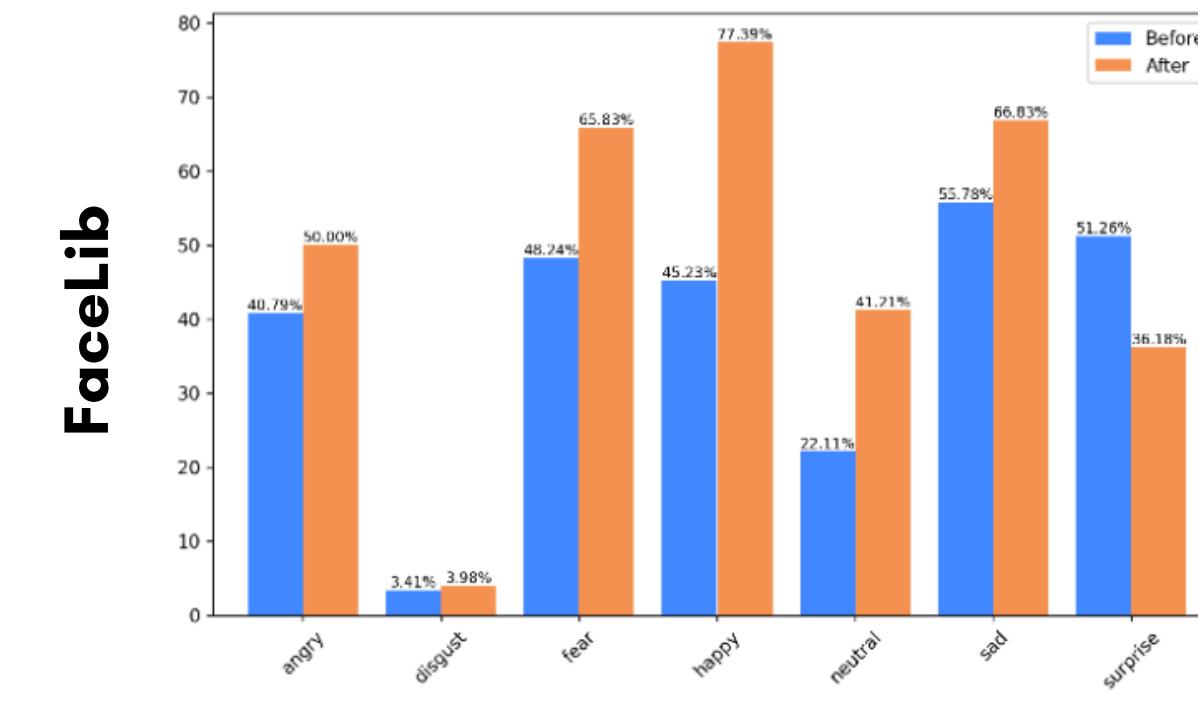
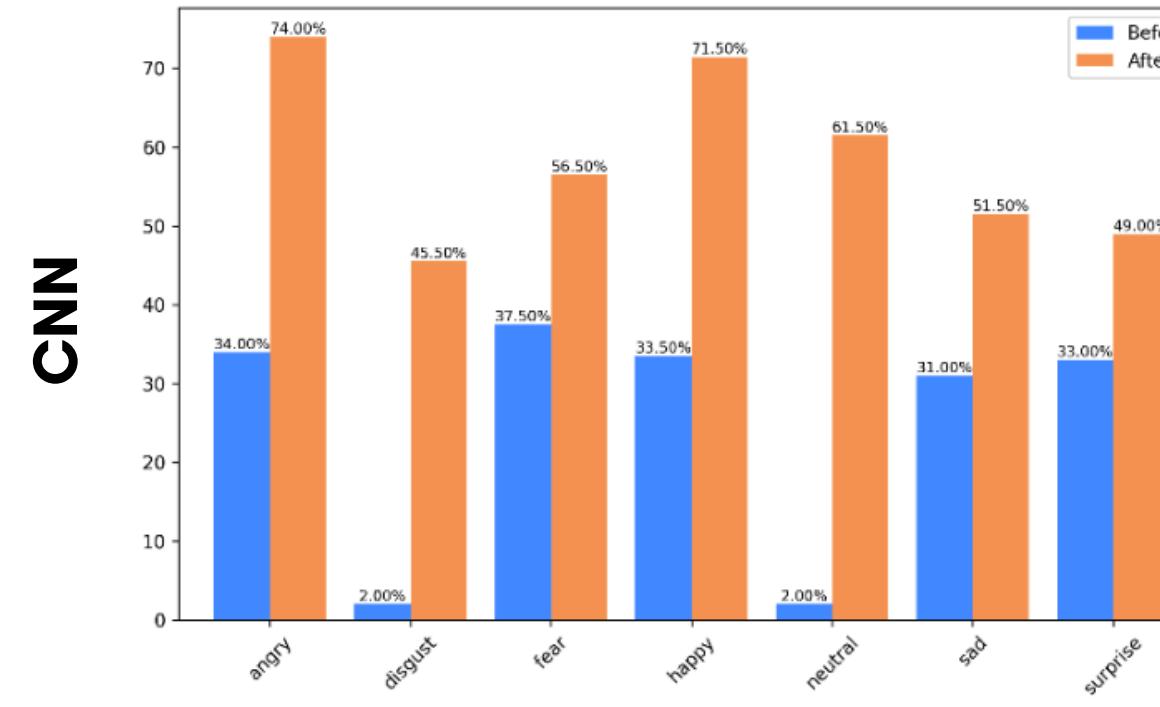
ACCURACY RESULT OF HAND-OCCULTED FACE WITH FACELIB

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	76.00	40.79	50.00	9.21	Increased
Disgust	88.00	3.41	3.98	0.57	Increased
Fear	99.50	48.24	65.83	17.59	Increased
Happy	99.50	45.23	77.39	32.16	Increased
Neutral	99.50	22.11	41.21	19.10	Increased
Sad	99.50	55.78	66.83	11.05	Increased
Surprise	99.50	51.26	36.18	-15.08	Decreased
Average			10.66		Increased

ACCURACY RESULT OF HAND-OCCULTED FACE WITH SVM

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	100	80.50	66.00	14.50	Increased
Disgust	100	0.50	0.50	0.00	No Change
Fear	100	70.00	54.00	-16.54	Decreased
Happy	100	36.00	81.50	45.50	Increased
Neutral	100	8.00	8.50	0.50	Increased
Sad	100	12.00	45.00	33.00	Increased
Surprise	100	3.00	0.50	-2.50	Decreased
Average			6.49		Increased

Evaluasi terhadap data wajah dengan oklusi tangan



Pembahasan hasil (wajah dengan oklusi tangan)

Kenaikan akurasi setelah penerapan metode usulan

- Metode usulan berhasil mengembalikan fitur lokal (mata, mulut, alis, dll) yang hilang karena tertutup tangan, dimana **kehilangan atau ketidak lengkapan fitur lokal dapat menurunkan akurasi model** (Chen dkk. 2023; Ruan dkk. 2022). Sehingga salah satu faktor keberhasilan model dalam proses deteksi emosi wajah adalah kelengkapan fitur.
- Label emosi yang paling berpengaruh adalah emosi "**happy**", telihat keempat metode evaluasi, akurasi emosi "**happy**" setelah penerapan metode usulan berkisar di **70 - 80 %**, yang sebelumnya hanya berkisar **16 - 45 %**.
- Fitur paling berpengaruh dalam emosi "**happy**" adalah bagian **mulut** (Eisenbarth dan Alpers 2011), dimana emosi **happy** memiliki karakteristik ujung bibir naik ke atas, sehingga ketika tertutup sebagian, model bisa menjadi salah dalam klasifikasinya.

Adanya penurunan akurasi pada emosi surprise

- Setelah penerapan metode usulan, wajah yang memiliki *ground truth* **Surprise** lebih sering dikenali sebagai **Fear**, hal ini didukung oleh teori yang menyebutkan bahwa antara emosi **surprise** dan **fear** susah dibedakan model karena memiliki karakteristik yang sama, yaitu mata dan mulut yang terbuka lebar (Roy-Charland dkk. 2014)

- Chen, Yuekun, Shuaishi Liu, Dongxu Zhao, dan Wenkai Ji. 2023. "Occlusion facial expression recognition based on feature fusion residual attention network." *Frontiers in Neurorobotics* 17. doi: 10.3389/fnbot.2023.1250706.
- Eisenbarth, Hedwig, dan Georg W. Alpers. 2011. "Happy Mouth and Sad Eyes: Scanning Emotional Facial Expressions." *Emotion* 11(4):860-65. doi: 10.1037/a0022758.
- Ruan, Liheng, Yuexing Han, Jiarui Sun, Qiaochuan Chen, dan Jiaqi Li. 2022. "Facial expression recognition in facial occlusion scenarios: A path selection multi-network." *Displays* 74(June):102245. doi: 10.1016/j.displa.2022.102245.
- Roy-Charland, A., Perron, M., Beaudry, O., & Eady, K. (2014). Confusion of fear and surprise: A test of the perceptual-attentional limitation hypothesis with eye movement monitoring. *Cognition and Emotion*, 28(7), 1214-1222.
<https://doi.org/10.1080/02699931.2013.878687>

Evaluasi terhadap data wajah *non-frontal*

ACCURACY RESULT OF NON-FRONTAL FACE WITH CNN

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	100	76.39	50.00	-26.39	Decreased
Disgust	100	2.90	14.49	11.59	Increased
Fear	100	17.35	45.92	28.57	Increased
Happy	100	18.00	32.50	14.50	Increased
Neutral	100	4.50	33.00	28.50	Increased
Sad	100	21.66	73.89	52.23	Increased
Surprise	100	27.53	34.27	6.74	Increased
Average			16.53	Increased	

ACCURACY RESULT OF NON-FRONTAL FACE WITH FACELIB

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	100	70.83	51.11	-9.72	Decreased
Disgust	99.27	1.46	0.73	-0.73	Decreased
Fear	100	22.45	48.98	26.53	Increased
Happy	99.50	74.87	53.77	-21.10	Decreased
Neutral	99.50	46.73	31.66	-15.10	Decreased
Sad	98.08	55.19	67.63	12.44	Increased
Surprise	97.75	54.02	25.86	-28.20	Decreased
Average				-5.12	Decreased

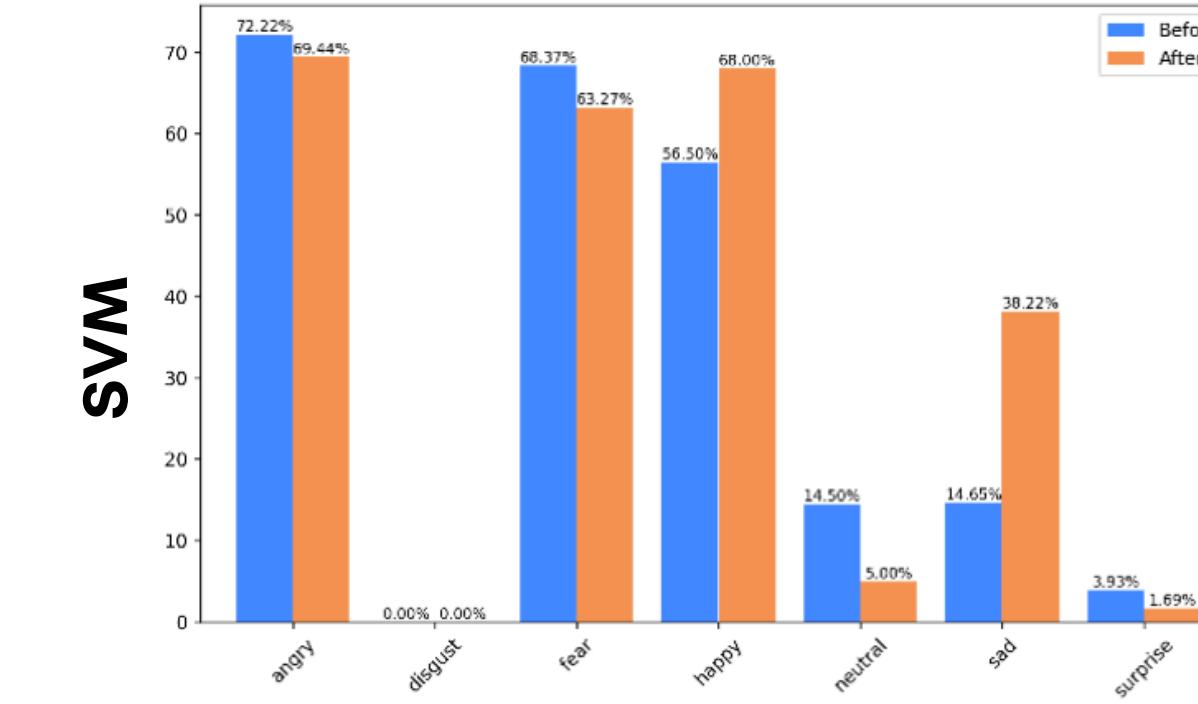
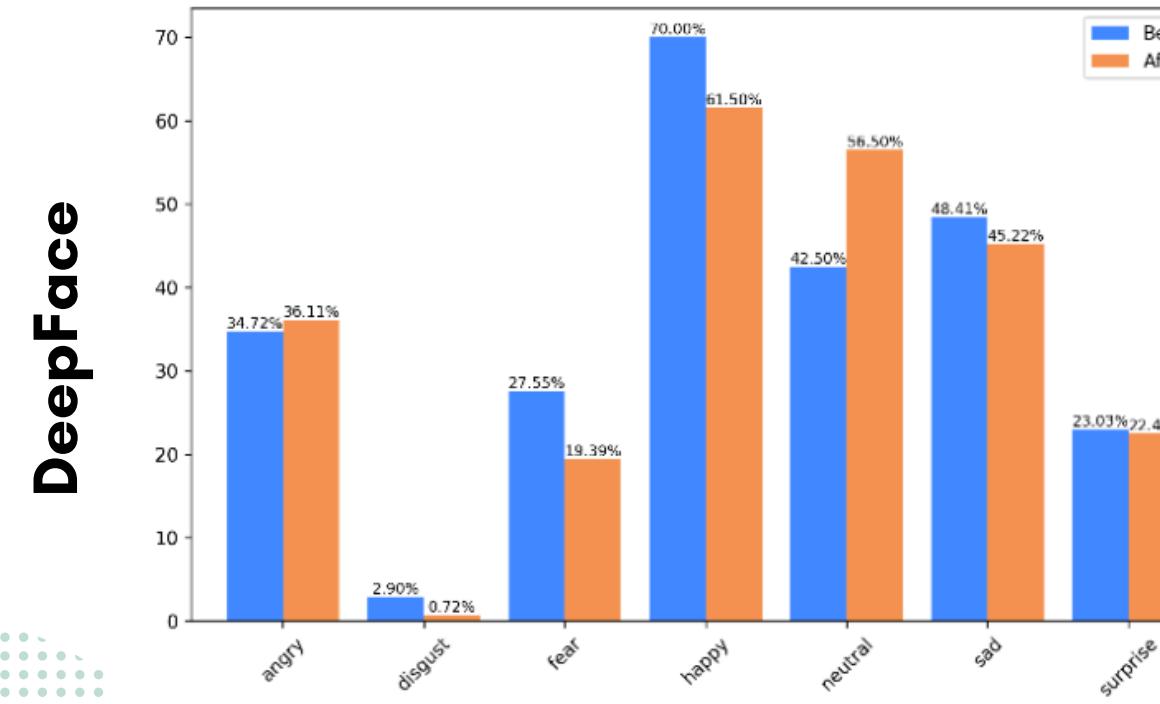
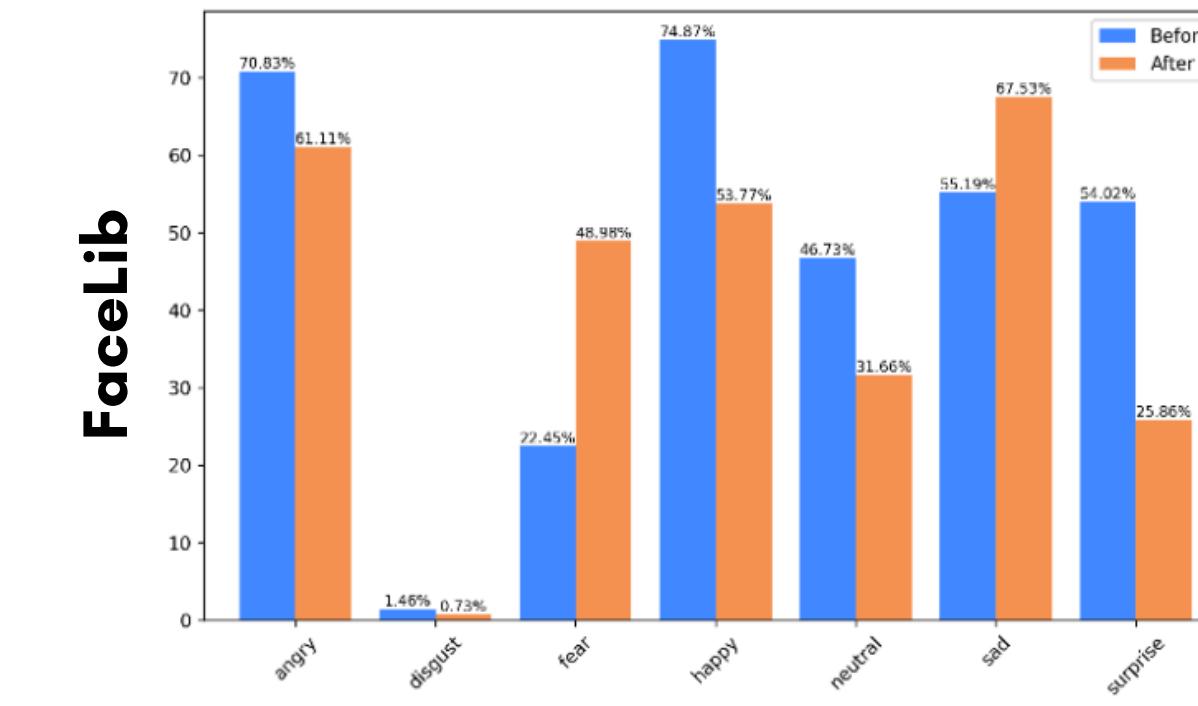
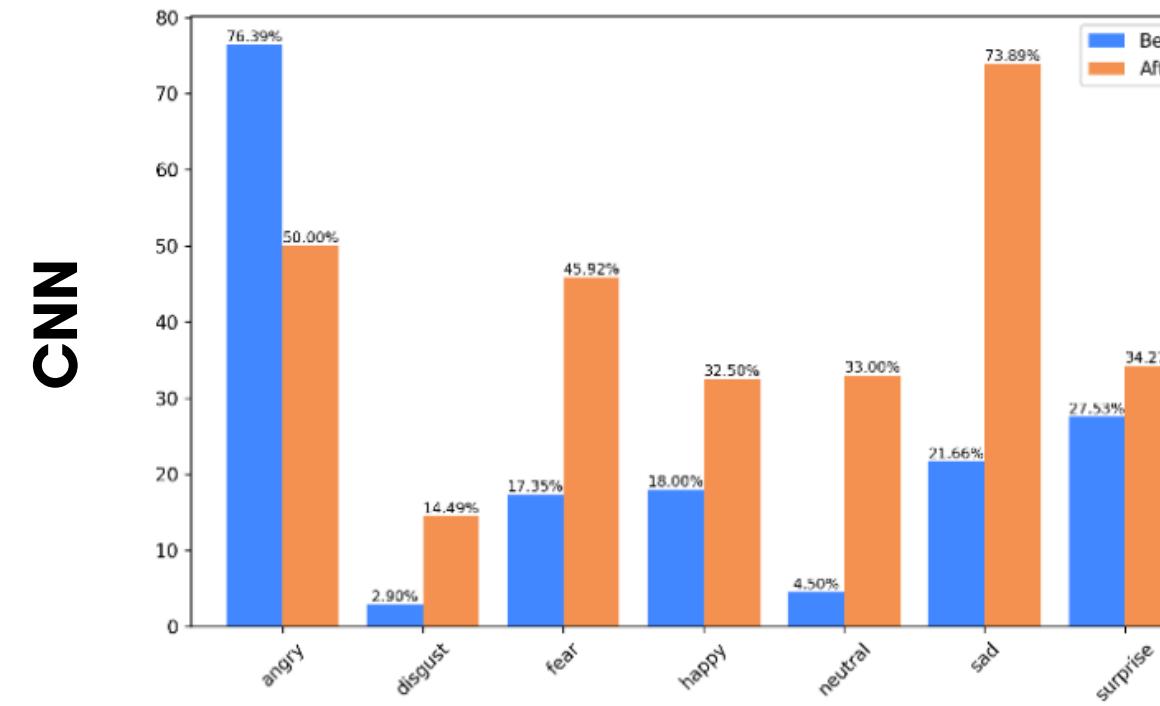
ACCURACY RESULT OF NON-FRONTAL FACE WITH DEEPFACE

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	100	34.72	36.11	1.39	Increased
Disgust	100	2.90	0.72	-2.18	Decreased
Fear	100	27.55	19.39	-8.16	Decreased
Happy	100	70.00	61.5	-8.50	Decreased
Neutral	100	42.50	56.50	14.00	Increased
Sad	100	29.50	45.22	-3.19	Decreased
Surprise	100	23.03	22.47	-0.56	Decreased
Average			-1.03	Decreased	

ACCURACY RESULT OF NON-FRONTAL FACE WITH SVM

Emotion	Face Detected (%)	Before (%)	After (%)	Difference (%)	Conclusion
Angry	100	72.22	69.44	-2.78	Decreased
Disgust	100	0.00	0.00	0.00	No change
Fear	100	68.37	63.27	-5.10	Decreased
Happy	100	56.50	68.00	11.50	Increased
Neutral	100	14.50	5.00	-9.50	Decreased
Sad	100	14.65	38.22	23.57	Decreased
Surprise	100	3.93	1.69	-2.24	Decreased
Average				2.21	Increased

Evaluasi terhadap data wajah *non-frontal*



Pembahasan hasil (wajah non-frontal)

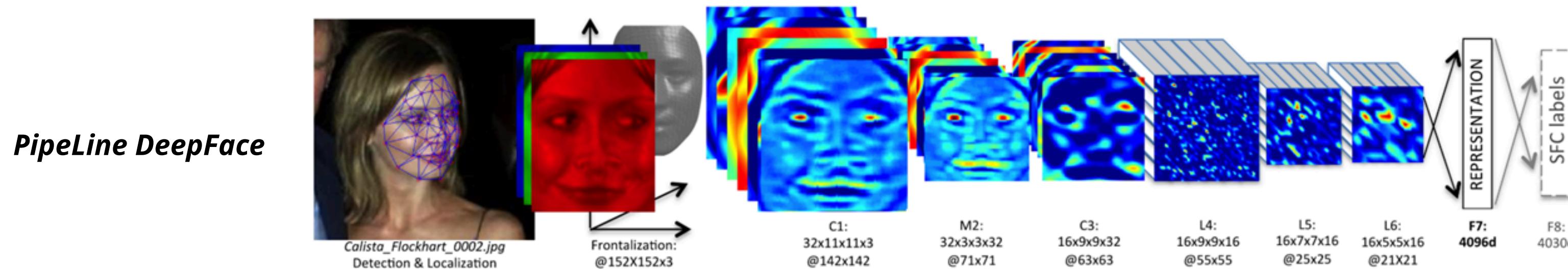
Kenaikan akurasi hanya signifikan pada metode CNN yang dilatih hanya dengan wajah frontal saja

- Output yang dihasilkan metode usulan adalah gambar wajah yang diluruskan dengan latar belakang hitam, sehingga outputnya memiliki kemiripan dengan latih yang otomatis model dengan mudah mengenali emosinya.

Penurunan akurasi pada DeepFace dan FaceLib

- Terjadi penurunan akurasi sebesar -1.03% pada DeepFace dan -5.12% pada FaceLib. Pada *pipeline* DeepFace sudah terdapat frontalisasi internal, sehingga terjadi dua kali proses frontalisasi yang dimungkinkan untuk mengaburkan fitur asli (Engin dkk. 2018) dari wajah yang dapat memperburuk representasi fitur oleh model.

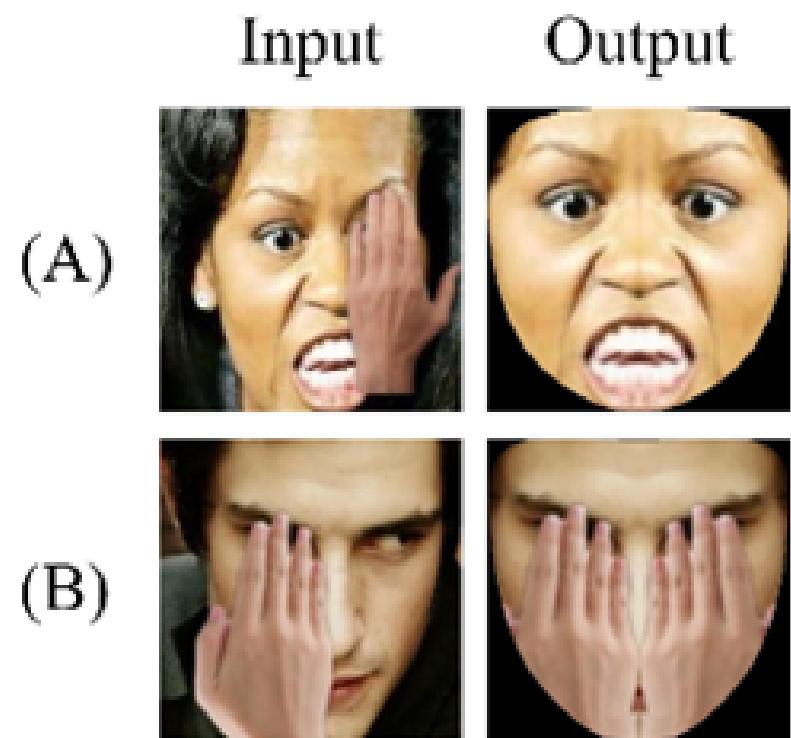
"Metode simetris dengan pengambilan sebagian wajah (hard symmetry) dapat merusak fitur yang penting untuk representasi wajah, terutama bagi model deep learning modern (Engin dkk. 2018)"



Engin, Deniz, Christophe Ecabert, Hazim Kemal Ekenel, dan Jean Philippe Thiran. 2018. "Face frontalization for cross-pose facial expression recognition." European Signal Processing Conference 2018-Septe:1795-99. doi: 10.23919/EUSIPCO.2018.8553087.

Temuan

Kegagalan model ***hand-detector*** dari ***MediaPipe*** dalam mendeteksi keberadaan tangan pada wajah umumnya disebabkan oleh kombinasi faktor teknis dan kondisi visual yang kompleks. Salah satu penyebab utama adalah ***overlap*** antara tangan dan wajah, dimana warna kulit yang serupa serta jarak tangan yang terlalu dekat membuat sistem kesulitan membedakan area tangan dari kontur wajah (Pu dkk., 2023).



Adapun jumlah kegagalan deteksi tangan adalah masing-masing sebanyak : ***angry*** 9, ***disgust*** 6, ***fear*** 13, ***happy*** 17, ***neutral*** 11, dan ***surprise*** 17 dari total 200 gambar per kelas emosi, jadi bisa disimpulkan tingkat kegagalan ***hand-detection*** di bawah 0.1%.

Pu, M., Chong, C. Y., & Lim, M. K. (2023). Robustness Evaluation in Hand Pose Estimation Models using Metamorphic Testing. 2023 IEEE/ACM 8th International Workshop on Metamorphic Testing (MET), 31–38. <https://doi.org/10.1109/MET59151.2023.00012>

Engagement Index (EI)

Nilai akan menggunakan aturan dari penelitian Sukumaran & Manoharan, (2024).

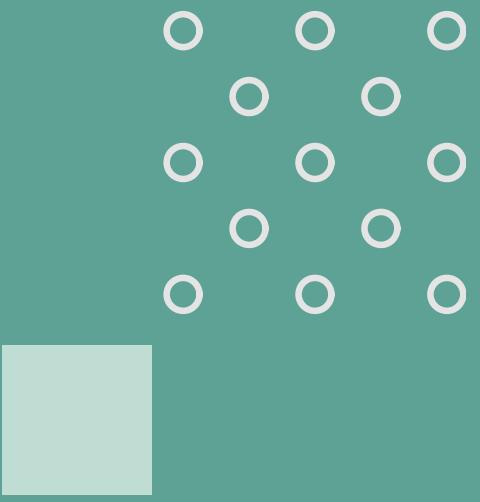
Bobot Arah Kepala (wH)		Bobot Keadaan Mata (wE)		Bobot Emosi (wEM)		
Arah kepala Frontal	Arah kepala Non-Frontal	Mata terbuka	Mata tertutup	Angry	Disgust	Fear
1	0	2.5	0	0.1	0.9	0.5
				Happy	Neutral	Sad
				1.1	1.4	0.3
				Surprise		0.7

$$\text{EI} = wH + wE + wEM$$

Rule Base	
Engagement Status	EI
Highly engagement	EI ≥ 4.5
Confused	$4 \leq EI < 4.5$
Boredom	$2.5 \leq EI < 4$
Sleepy	$EI < 2.5$

Sukumaran, A., & Manoharan, A. (2024). Multimodal Engagement Recognition From Image Traits Using Deep Learning Techniques. *IEEE Access*, 12(December 2023), 25228–25244.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3353053>

Integrasi FER ke LMS



Aplikasi LMS - halaman *Asynchronous Learning*

Camera Access Required Facial Expression Recognition. X

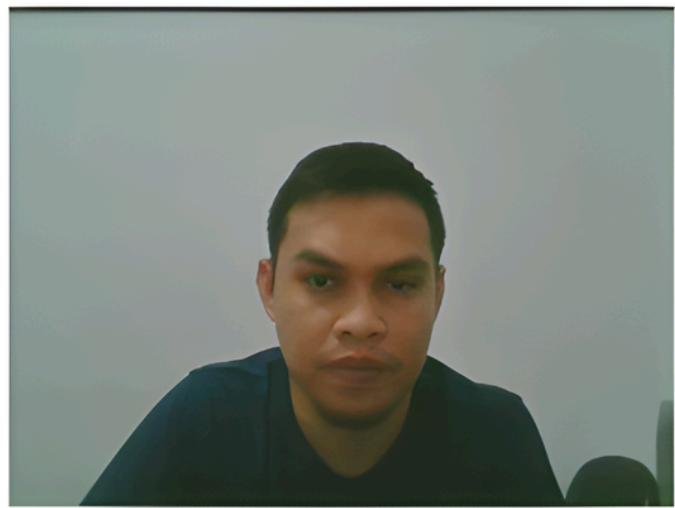
LEARN HTML
IN JUST 5 MINUTES

Face Detected: true

Emotion: neutral

Engagement: Highly Engaged

Pengujian Beberapa Skenario *Engagement*



Face Detected: true

• Emotion: neutral

Engagement: Highly Engaged

(a)



Face Detected: true

Emotion: neutral

Engagement: Highly Engaged

(b)



Face Detected: true

Emotion: neutral

Engagement: Boredom

(c)



Face Detected: true

Emotion: neutral

Engagement: Sleepy

(d)



Face Detected: true

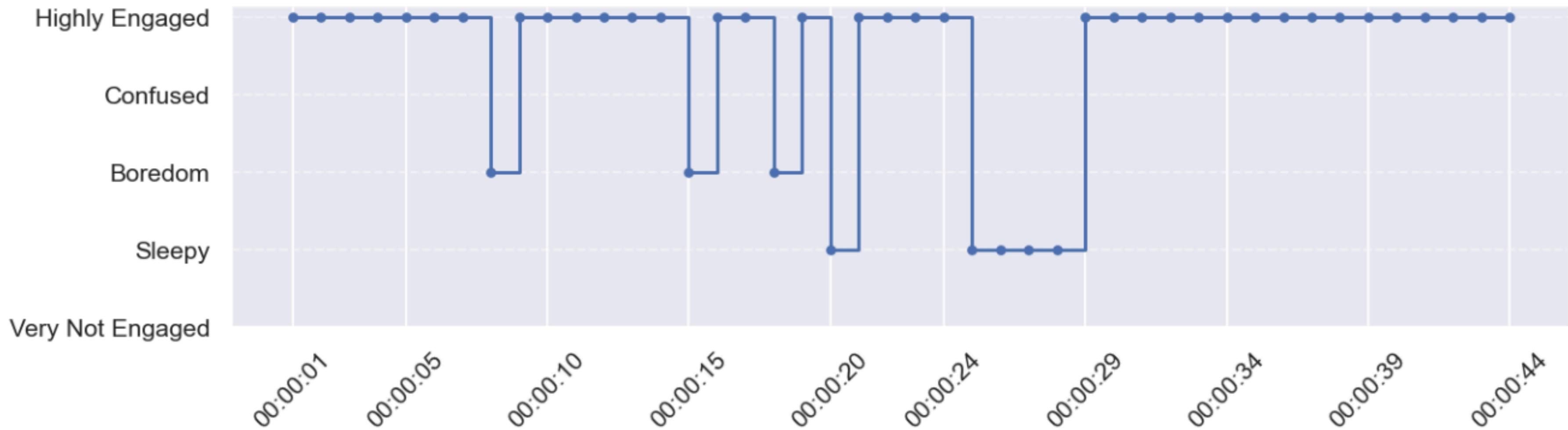
Emotion: sad

Engagement: Boredom

(e)

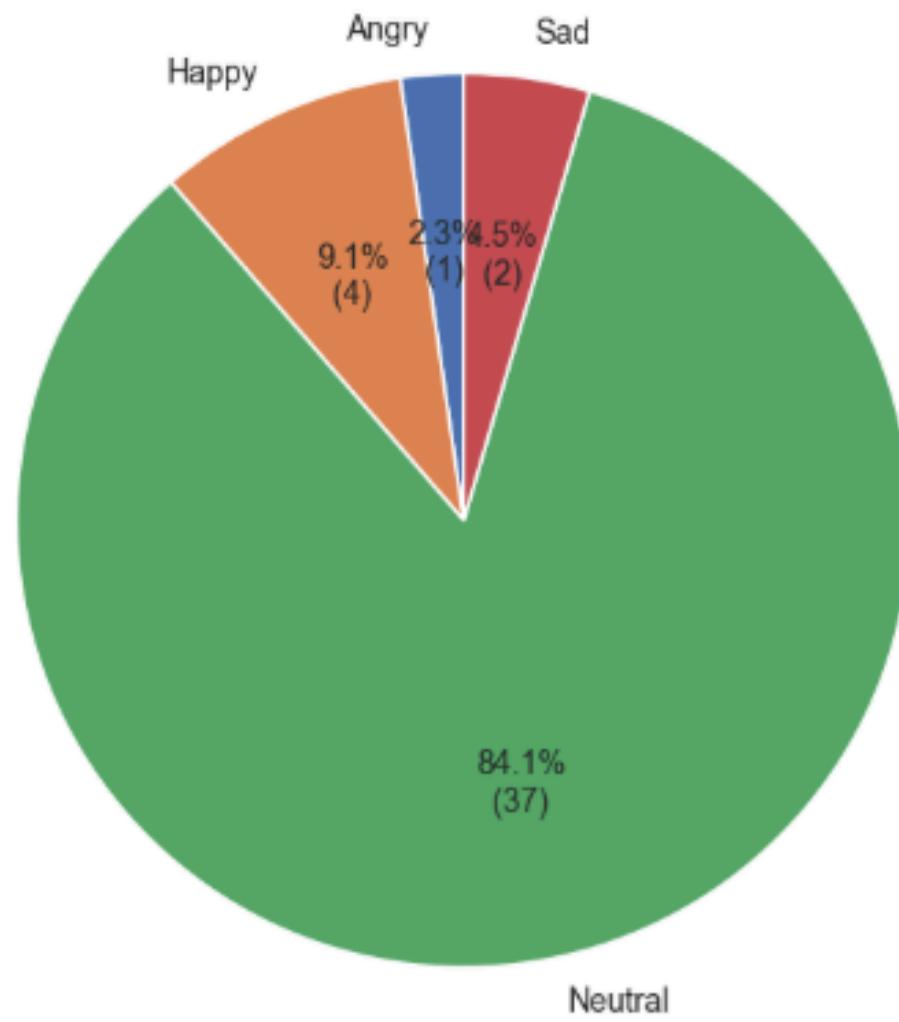
Engagement Summary

Engagement Siswa

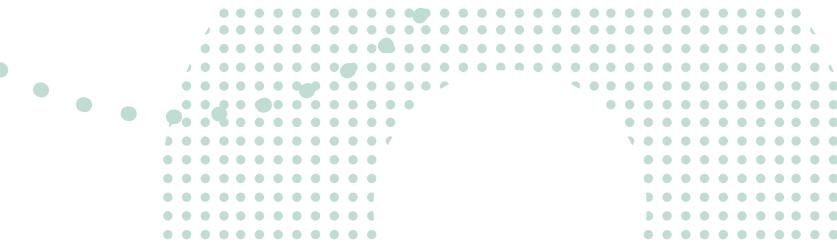
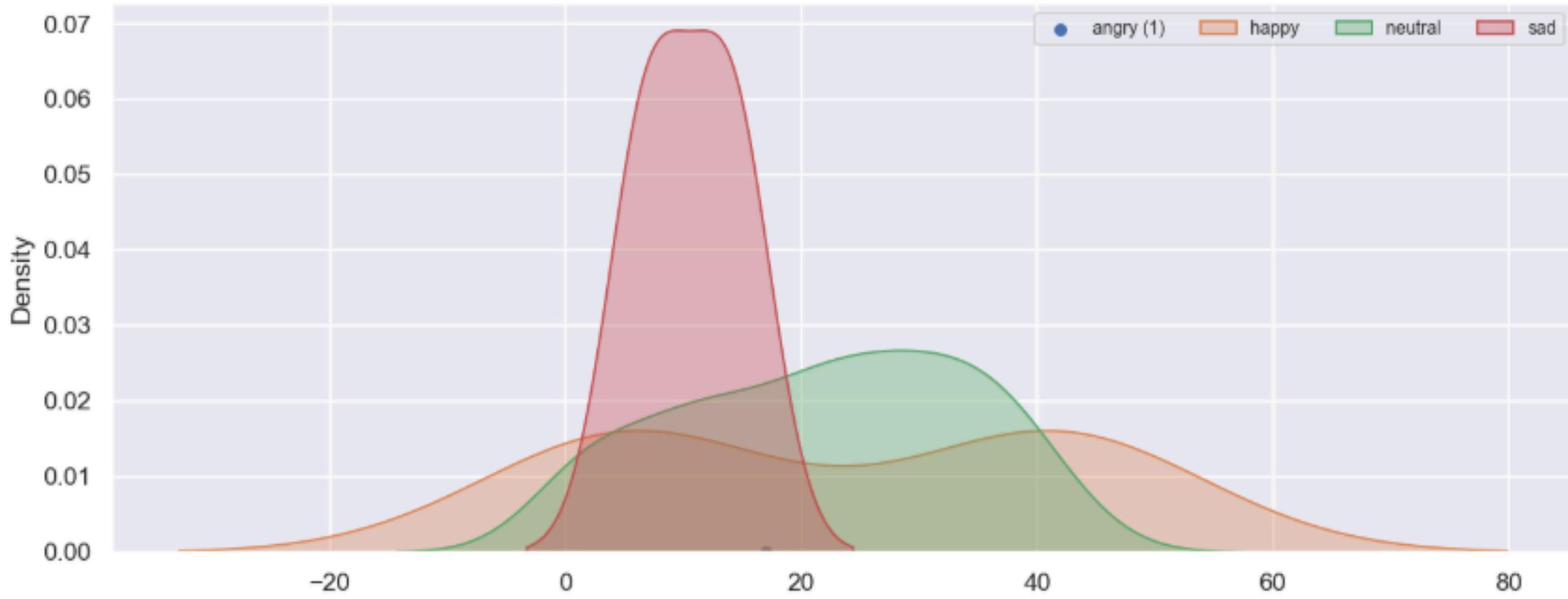


Engagement Summary

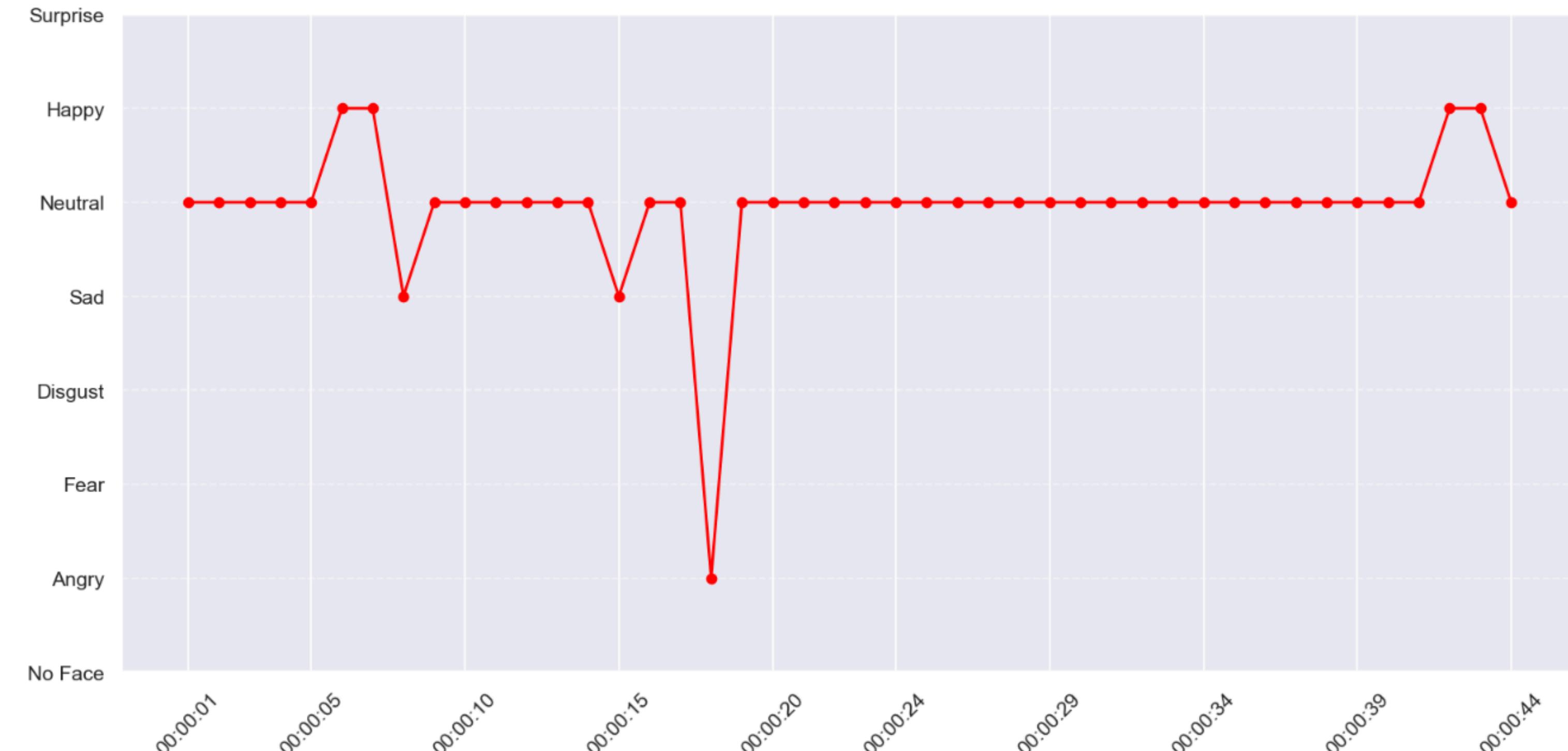
Persentase Emosi



Distribusi Emosi



Grafik per emosi



ENGAGEMENT SUMMARY

30

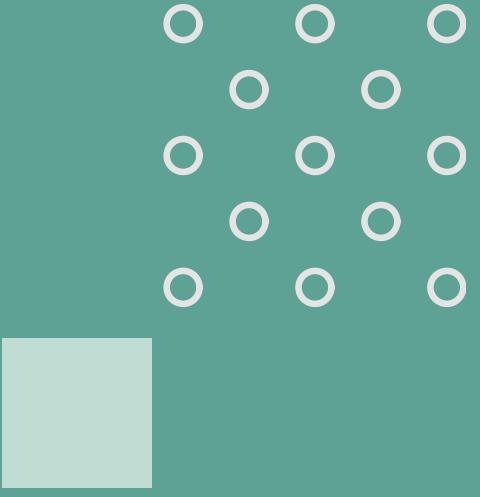
Ringkasan Engagement Siswa

Berdasarkan data yang diberikan, mayoritas siswa menunjukkan engagement yang tinggi (Highly Engaged) saat pembelajaran daring materi "Konten 15 Detiks". Emosi dominan yang terdeteksi adalah neutral, dengan beberapa siswa menunjukkan emosi happy, namun ada juga indikasi boredom (sad, angry) dan sleepy pada beberapa waktu. Ini mengindikasikan bahwa materi tersebut secara umum dapat mempertahankan perhatian siswa, tetapi ada momen-momen tertentu yang menyebabkan penurunan engagement dan munculnya emosi negatif atau rasa kantuk.

Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi evaluasi adalah untuk mengidentifikasi bagian materi "Konten 15 Detiks" yang bertepatan dengan munculnya emosi sad, angry, dan sleepy, serta penurunan engagement. Pengajar perlu menganalisis apakah ada pola tertentu (misalnya, durasi yang terlalu panjang, penjelasan yang kurang menarik, atau kurangnya interaksi) pada bagian-bagian tersebut. Perbaikan dapat dilakukan dengan memecah bagian tersebut menjadi segmen yang lebih kecil, menambahkan elemen interaktif, menggunakan contoh yang lebih relevan, atau mengubah metode penyampaian agar lebih menarik dan menghindari kebosanan atau rasa kantuk.

Kesimpulan



Deteksi *engagement* dalam pembelajaran daring melalui analisis ekspresi wajah, arah pandang, dan status mata mampu memberikan gambaran objektif mengenai keterlibatan peserta didik, terutama dalam sistem pembelajaran video asinkron yang minim pengawasan langsung.

Temuan penelitian menunjukkan perilaku visual seperti tatapan ke layar, mata terbuka, dan ekspresi positif berkaitan dengan tingkat keterlibatan yang tinggi, sementara *pose non-frontal*, mata terpejam, dan ekspresi negatif mengindikasikan penurunan *engagement*.

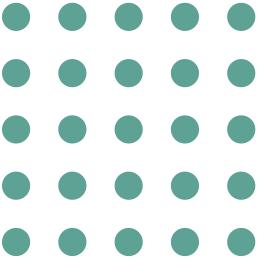
Pendekatan yang diusulkan efektif meningkatkan akurasi terutama pada kasus oklusi di area mata dan pipi, namun belum optimal terhadap oklusi di area mulut yang berperan penting dalam penafsiran emosi.

Di sisi lain, tantangan teknis terkait deteksi tangan dan pencahayaan perlu menjadi perhatian untuk pengembangan metode yang lebih adaptif. Hasil ini menegaskan perlunya validasi lebih lanjut pada dataset yang beragam agar efektivitas sistem dapat diterapkan secara luas dalam konteks dunia nyata.



Terima Kasih



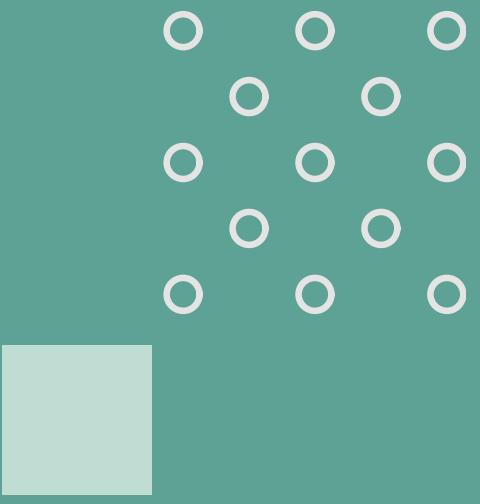


Outline Presentasi

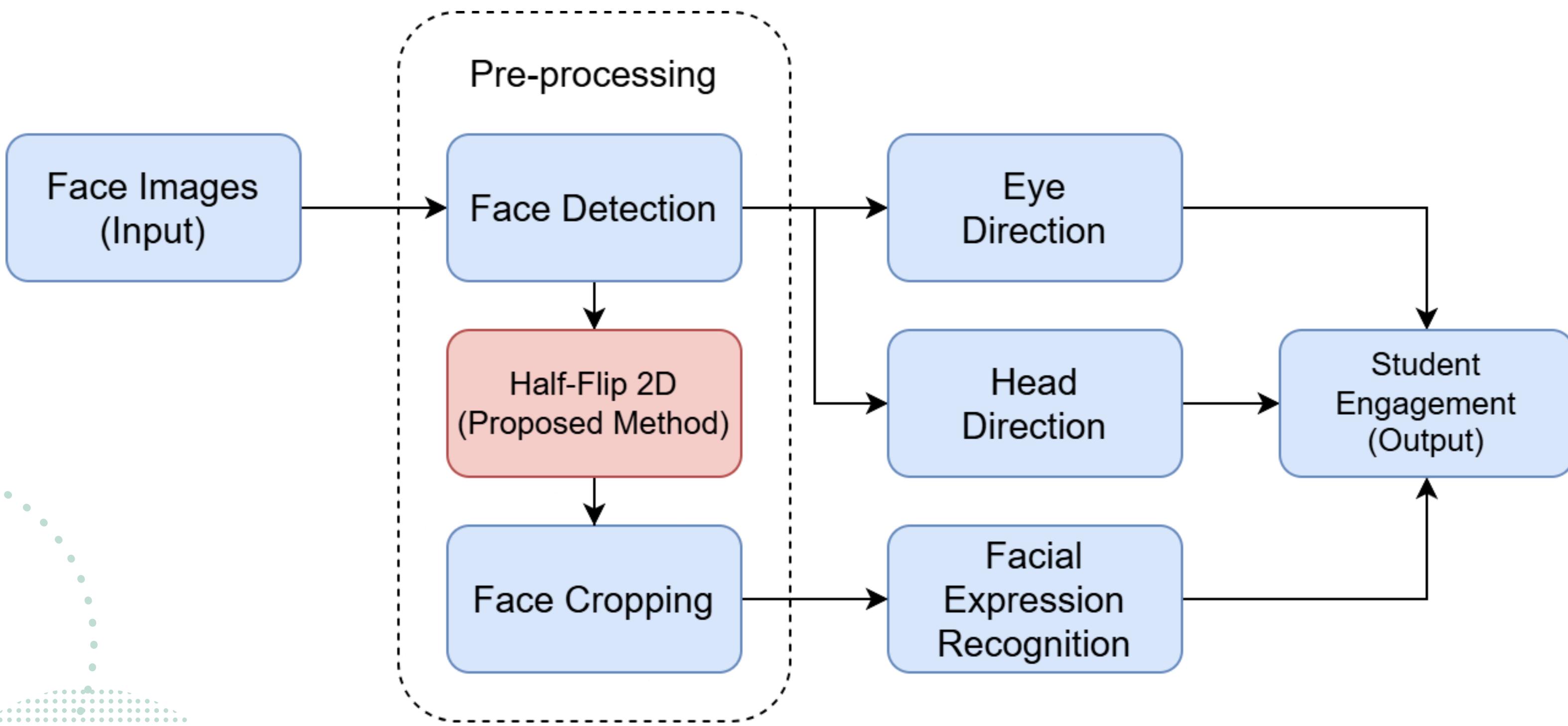
1. Pendahuluan
2. Studi Literatur
3. Metodologi
4. Rencana Desain



Rencana Desain



Gambaran Umum Rencana Sistem

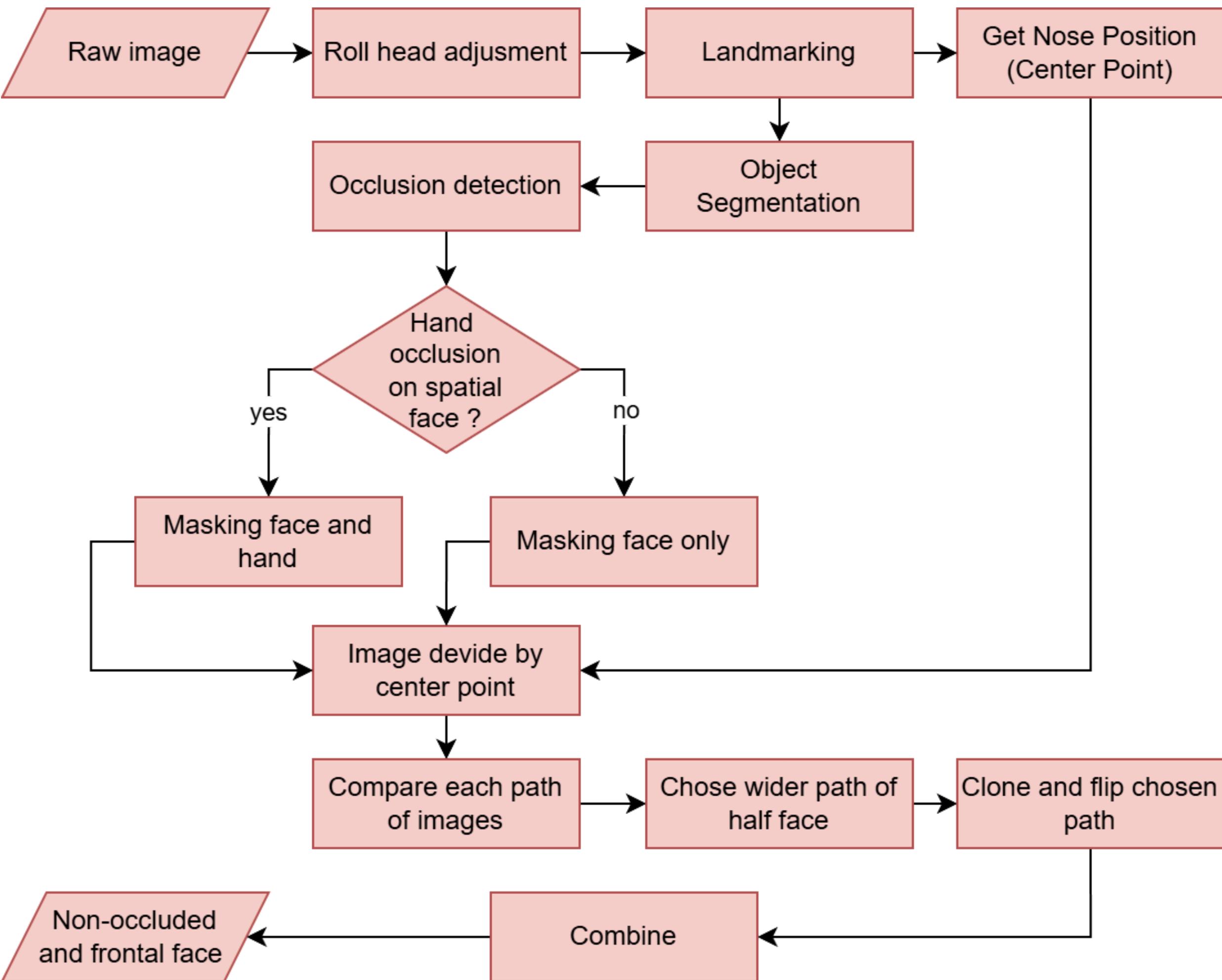


Rencana Desain

Teknik

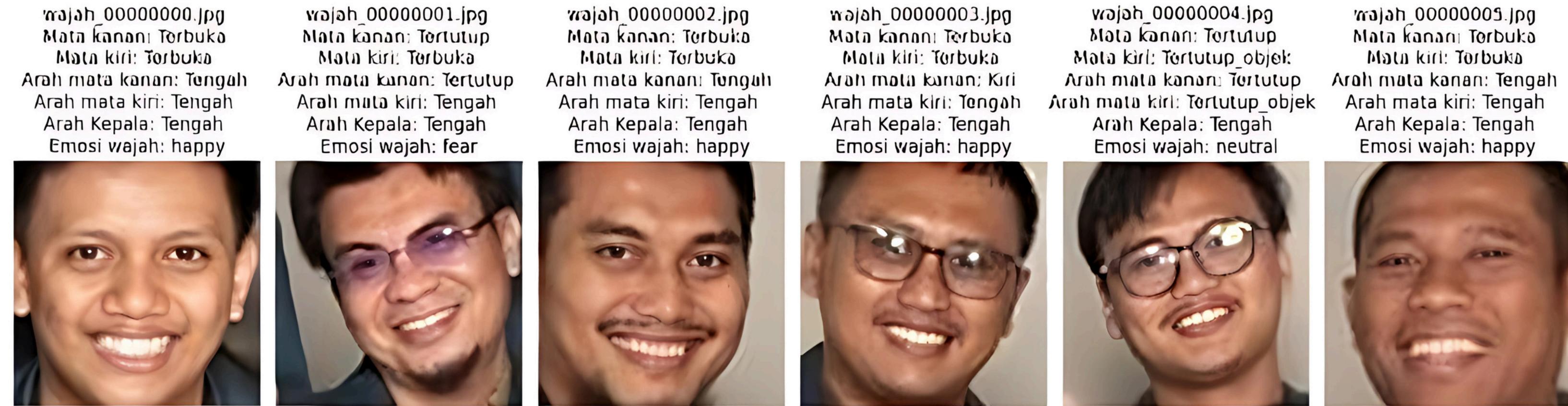
Preprocessing

Half-Flip 2D



RENCANA DESAIN

Analisis Wajah



Rencana Evaluasi



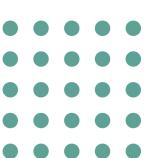
Evaluasi pengaruh teknik *preprocessing* usulan terhadap probabilitas emosi wajah



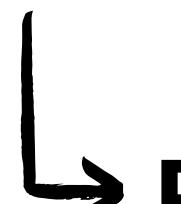
Evaluasi akurasi training model dari dataset publik dalam kondisi *base* dan dataset publik setelah di-*transform* menggunakan *preprocessing* usulan



Evaluasi perbandingan eksekusi *preprocessing* usulan (2D) dengan *preprocessing* lain dalam bentuk 3D



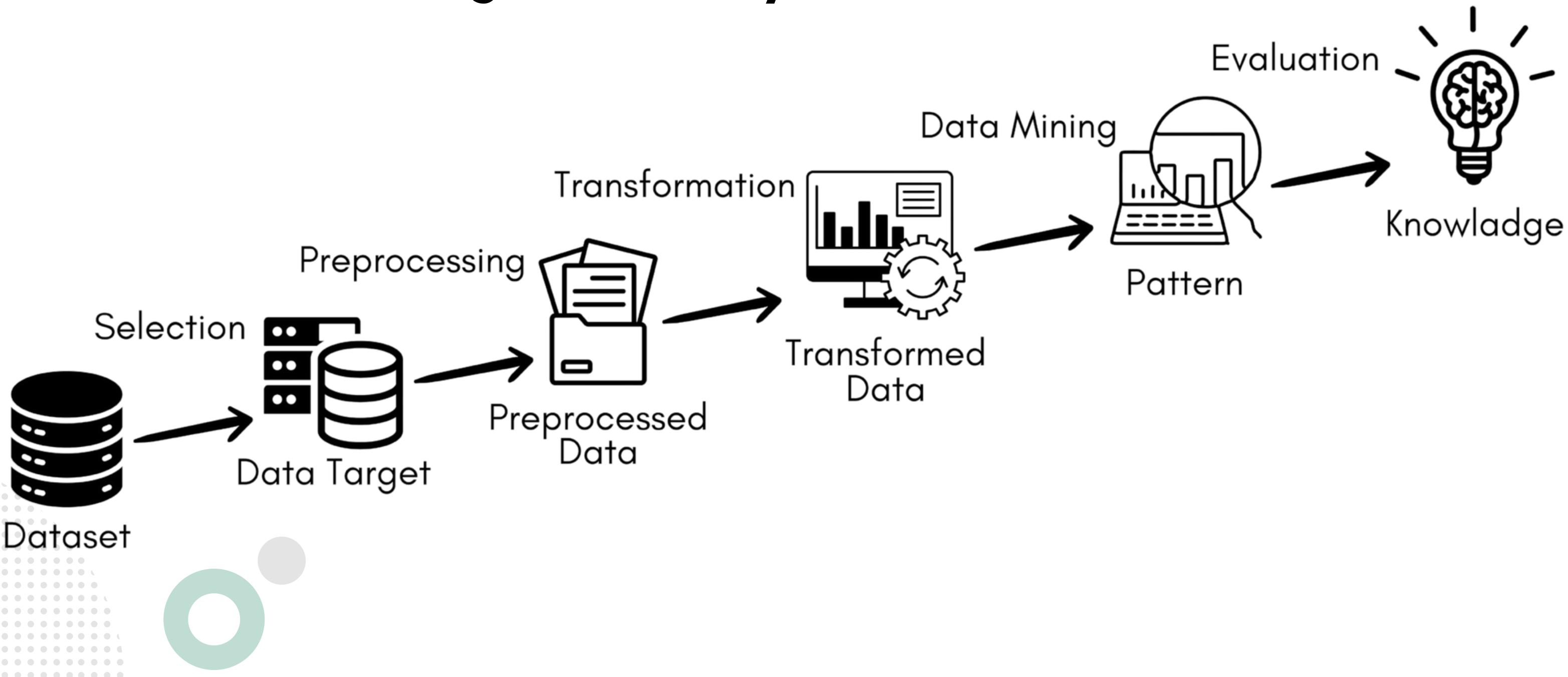
DSRM



Perancangan & Pengembangan



Knowledge Discovery in Databases



Learning Management System

Asynchronous Learning Section

