

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi, inovasi dalam bidang robotika dan kecerdasan buatan semakin banyak dikembangkan untuk membantu manusia dalam berbagai aspek kehidupan. Salah satu bidang yang menjadi perhatian adalah pengembangan robot assistif yang dirancang khusus untuk mendukung individu dengan keterbatasan fisik, terutama bagi seseorang yang sudah tidak mampu makan secara mandiri [1]. Keterbatasan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang memengaruhi kemampuan motorik tubuh, sehingga aktivitas dasar seperti makan menjadi tantangan tersendiri.

Makan merupakan aktivitas dasar yang sangat penting, namun bagi seseorang yang memiliki gangguan kemampuan gerak, terutama pada bagian lengan, aktivitas ini bisa menjadi tantangan besar. Orang-orang dengan kondisi tersebut sering kali bergantung pada bantuan perawat atau keluarga, yang tidak hanya meningkatkan ketergantungan tetapi juga membebani *caregiver* [2]. Salah satu tantangan utama dalam pengembangan *self-feeding assistive robot arm* adalah bagaimana robot dapat mendeteksi kapan pengguna siap untuk makan. Dalam sistem konvensional, kebanyakan robot assistif menggunakan kontrol berbasis tombol atau *remote manual*, yang masih memerlukan interaksi langsung pengguna [3]. Hal ini masih menjadi hambatan bagi pengguna dengan keterbatasan gerak yang tidak dapat mengoperasikan perangkat secara manual. Oleh karena itu, penerapan teknologi untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut dalam sistem ini menjadi solusi yang potensial.

Penerapan teknologi untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut dalam sistem *self-feeding assistive robot arm* menjadi solusi yang potensial karena kedua area tersebut secara alami digunakan dalam proses makan dan dapat merepresentasikan kesiapan pengguna untuk menerima makanan. Gerakan mata tertutup, dapat diinterpretasikan sebagai sinyal visual bahwa pengguna sedang siap atau menginginkan suapan. Sementara itu, membuka mulut merupakan indikasi langsung bahwa pengguna siap menerima makanan. Pemilihan area mata dan mulut didasarkan pada pertimbangan bahwa sebagian besar individu dengan keterbatasan

fisik tersebut masih memiliki kemampuan kontrol otot pada bagian wajah, khususnya area mata dan mulut [4].

Dalam beberapa tahun terakhir, pengolahan citra (*image processing*) telah berkembang pesat dengan adanya teknologi *deep learning*, yang memungkinkan komputer untuk memahami dan menganalisis gambar dengan akurasi tinggi [5]. Pengolahan citra digital merupakan cabang dari *computer vision* yang berfokus pada manipulasi dan analisis gambar untuk mengekstrak informasi yang berguna [6]. Dalam konteks *self-feeding assistive robo arm*, pengolahan citra digunakan untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut. Salah satu model deteksi objek yang saat ini menjadi standar dalam mendeteksi gerakan mata dan mulut adalah YOLO (*You Only Look Once*). Sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 2016, YOLO telah mengalami berbagai evolusi signifikan, dimulai dari YOLOv1 hingga versi terbarunya, yaitu YOLOv12 [7]. Model YOLO memiliki keunggulan dalam kecepatan dan akurasi deteksi objek secara *real-time* [8]. Model YOLO juga mampu mengidentifikasi *bounding box* serta menentukan probabilitas kelas pada setiap *frame*, sehingga memungkinkan pendeteksian objek dengan akurat [9].

Pada penelitian ini digunakan model YOLOv8. Model ini memiliki lima varian yang disesuaikan dengan kebutuhan komputasi, yaitu YOLOv8n (*Nano*), YOLOv8s (*Small*), YOLOv8m (*Medium*), YOLOv8l (*Large*), dan YOLOv8x (*Extra Large*) [10]. Dari kelima varian tersebut, model YOLOv8 *small* dipilih karena memiliki ukuran yang lebih ringan, efisiensi komputasi yang tinggi, serta tetap mampu memberikan performa deteksi yang andal [11]. Dengan menggunakan model tersebut, sistem dapat mendeteksi gerakan mata dan mulut pengguna secara *real-time*. Oleh karena itu, model ini memungkinkan sistem *self-feeding assistive robot arm* untuk mengidentifikasi kapan pengguna siap untuk makan berdasarkan gerakan mata dan kondisi mulut (terbuka atau tertutup), sehingga mendukung kendali robot yang responsif tanpa memerlukan *input* fisik tambahan.

Berdasarkan penelitian [8], model YOLOv8 telah digunakan untuk mendeteksi penggunaan masker wajah secara otomatis di lingkungan kerja dan menunjukkan performa yang sangat baik. Model ini mencapai akurasi deteksi hingga 97%, dengan nilai *F1-score* sebesar 94%, *precision* 96%, dan *recall* 97,8%.

Selain itu, waktu inferensi rata-rata hanya 17 milidetik, menjadikan YOLOv8 sangat cocok untuk aplikasi deteksi visual secara *real-time*. Kemudian, pada penelitian [12] YOLOv8 memiliki performa tinggi dalam mendeteksi wajah secara *real-time*, dengan akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score* mencapai 100%, serta nilai mAP sebesar 99,5%. Selain itu, waktu pengenalan rata-rata hanya sekitar 3 hingga 5 detik.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pendekatan baru dalam sistem *self-feeding assistive robo arm* yang lebih adaptif dibandingkan metode konvensional. Penggunaan model YOLOv8 *small* untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut dipilih karena memiliki potensi untuk diterapkan dalam sistem deteksi visual secara *real-time*. Dengan memanfaatkan kemampuan tersebut, sistem robot diharapkan dapat menyesuaikan pergerakan lengan secara dinamis mengikuti kondisi pengguna. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi robotika berbasis kecerdasan buatan dan *computer vision*, serta menjadi pijakan awal bagi inovasi robot assistif lainnya.

1.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Untuk memvalidasi penelitian yang akan dilakukan serta meningkatkan literasi dalam pembahasan, dilakukan peninjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang disajikan pada Tabel 1.1 sebagai rujukan utama yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

Tabel 1. 1. Rujukan utama

No	Judul	Peneliti	Tahun
1	YOLO-V8 Peningkatan Algoritma Untuk Deteksi Pemakaian Masker Wajah [8].	Yanto, dkk	2023
2	<i>Emotional Facial Expression Detection using YOLOv8</i> [13].	Aadil Alshammari, dkk	2024
3	Penggunaan Algoritma YOLO V8 Untuk Identifikasi Rempah-Rempah [14].	Muhammad Farrel Golfantara, dkk	2024

4	Implementasi Deteksi Objek Dengan Model YOLOV8 pada Pengenalan Bahasa Isyarat [15].	Khurotul Aeni, dkk	2025
5.	Sistem Absensi Digital Sekolah Dengan Teknologi Pengenalan Wajah YOLOv8 [12]	Fernando, dkk	2025

Pada Tabel 1.1 ditunjukkan rujukan utama yang menjadi dasar perbandingan dalam penelitian ini, sehingga dapat mengidentifikasi perbedaan dari penelitian sebelumnya. Dengan adanya rujukan ini, dapat diketahui metode, algoritma, dan hasil yang telah dicapai dalam studi sebelumnya, serta bagaimana penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan atau peningkatan teknik deteksi yang digunakan. Berdasarkan [8], digunakan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi pemakaian masker wajah secara otomatis dalam lingkungan kerja. Algoritma ini mampu mengklasifikasikan tiga kategori, yaitu masker digunakan dengan benar (*mask*), masker tidak digunakan (*nomask*), dan masker digunakan dengan tidak benar (*badmask*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model memiliki akurasi tinggi, dengan tingkat deteksi 97% untuk *mask*, 95% untuk *nomask*, dan 94% untuk *badmask*. Nilai *F1-score*, *Precision*, dan *Recall* juga tinggi, masing-masing 94%, 96%, dan 97,8%, dengan waktu inferensi rata-rata hanya 17ms. Penelitian ini membuktikan efektivitas YOLOv8 dalam deteksi *real-time*, yang dapat digunakan untuk memastikan kepatuhan terhadap protokol kesehatan di lingkungan kerja.

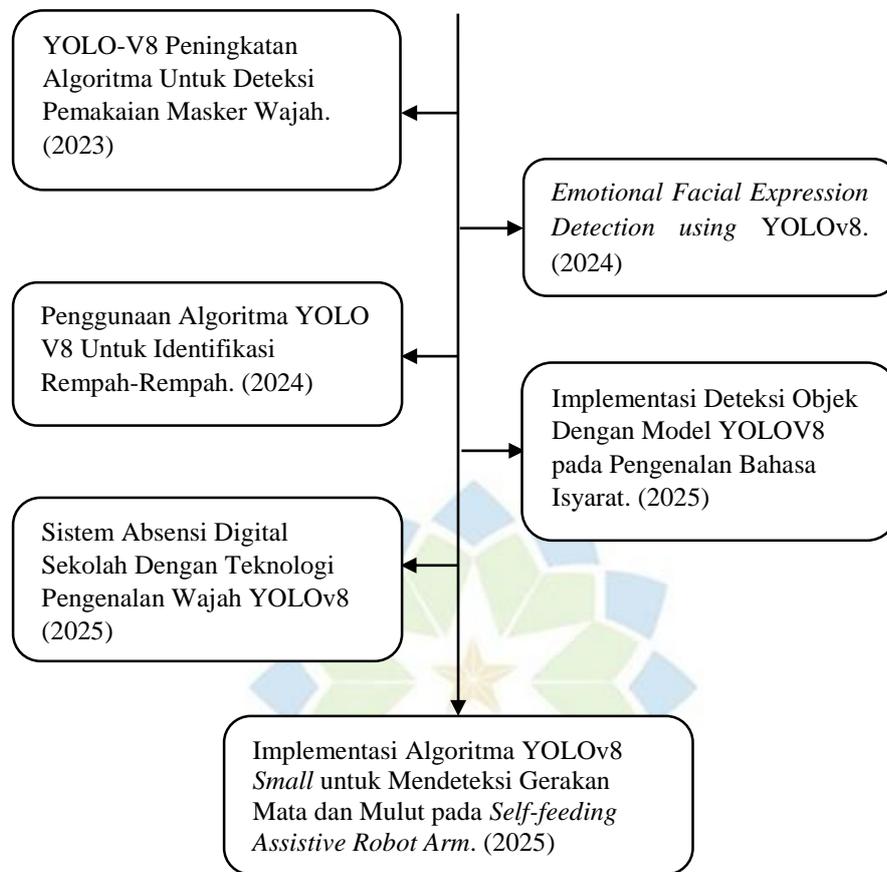
Kemudian, Pada penelitian [13] menggunakan YOLOv8 untuk mendeteksi ekspresi wajah emosional dalam tujuh kategori, yaitu marah, jijik, takut, bahagia, sedih, terkejut, dan menghina. Model dilatih menggunakan 2.353 gambar, dengan pembagian 87% untuk pelatihan, 8% validasi, dan 4% pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan mAP@0.5 sebesar 83,7%, dengan akurasi tinggi pada ekspresi seperti bahagia 98,7% dan jijik 98,5%, tetapi lebih rendah pada takut 61% dan sedih 48,9%.

Selanjutnya, Pada penelitian [14] YOLOv8 digunakan pada penelitian ini untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan 14 jenis rempah-rempah dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar. Model ini dilatih

menggunakan dataset dari *Kaggle* dengan total 4.010 gambar, yang telah melalui proses augmentasi untuk meningkatkan akurasi. Dengan parameter *batch size* 10, resolusi gambar 550x550 piksel, 100 *epoch*, dan *learning rate* 0,0001, model mencapai akurasi sebesar 86% menggunakan optimizer Adam. Evaluasi dilakukan menggunakan mAP@0.5, dengan hasil tertinggi pada bawang merah (99,5%) dan lada (99,3%), sedangkan bawang putih memiliki akurasi terendah (73,5%).

Pada penelitian [15] algoritma YOLOv8 digunakan untuk mendeteksi gerakan tangan dalam pengenalan bahasa isyarat SIBI guna membantu komunikasi bagi penyandang tunarungu dan tunawicara. Dataset yang digunakan terdiri dari 3.000 gambar, dibagi menjadi 80% untuk pelatihan, 5% validasi, dan 15% pengujian. Model YOLOv8 *small* yang digunakan berhasil mencapai akurasi 99,5% dengan mAP@0.5 sebesar 99,5%. Pengujian *real-time* berbasis Android menunjukkan kecepatan deteksi rata-rata 4.046 ms. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa YOLOv8 dapat mengenali gestur tangan dengan akurasi tinggi, menjadikannya solusi efektif untuk penerjemahan bahasa isyarat secara otomatis.

Berdasarkan penelitian [12] model YOLOv8 menunjukkan performa yang sangat baik dalam mendeteksi wajah secara *real-time*. Penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 1.250 citra wajah yang dibagi menjadi 70% data pelatihan, 20% data validasi, dan 10% data pengujian. Pengujian dilakukan dengan dua konfigurasi pelatihan, yaitu pada *epoch* 50 dan *epoch* 75. Hasilnya, model menghasilkan akurasi sebesar 100% untuk seluruh sampel pengujian pada kedua konfigurasi tersebut. Selain itu, nilai evaluasi lainnya juga sangat tinggi, yaitu *precision* 100%, *recall* 100%, *F1-score* 100%, dan mAP@0.5 sebesar 99,5%. Waktu pengenalan wajah secara langsung oleh perangkat lunak berkisar antara 3,1 hingga 4,9 detik, yang menunjukkan bahwa model mampu melakukan deteksi secara *real-time* dengan kecepatan respons yang baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa YOLOv8 memiliki kinerja yang sangat andal untuk tugas deteksi objek berbasis wajah, dan berpotensi besar untuk diterapkan dalam sistem kendali berbasis ekspresi wajah, seperti deteksi gerakan mata dan mulut pada robot bantu makan.



Gambar 1. 1. Hubungan penelitian

Pada laporan penelitian ini merancang sebuah sistem deteksi gerakan mata dan mulut berbasis visi komputer pada *self-feeding assistive robot arm*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Penelitian ini bertujuan untuk memungkinkan robot menyesuaikan pergerakan lengan secara otomatis dalam menyuapkan makanan berdasarkan deteksi gerakan mata dan mulut pengguna secara *real-time*. Sistem ini menggunakan algoritma YOLOv8 *small* untuk mengidentifikasi posisi mata dan mulut melalui kamera. Hasil deteksi digunakan sebagai *input* untuk mengontrol gerakan robot. Sistem ini dirancang untuk membantu individu dengan keterbatasan fisik agar dapat makan secara mandiri.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang, berikut rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana implementasi model YOLOv8 *small* dalam sistem *self-feeding assistive robot arm* untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut?
2. Bagaimana kinerja model YOLOv8 *small* dalam mengidentifikasi kesiapan makan berdasarkan gerakan mata dan mulut pengguna?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pemaparan latar belakang dan rumusan masalah, berikut rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Mengimplementasikan model YOLOv8 *small* untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut pengguna sebagai sistem *self-feeding assistive robot arm*.
2. Menganalisis kinerja model YOLOv8 *small* untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut guna mengidentifikasi kesiapan pengguna untuk menerima makanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dan dapat diperoleh dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Manfaat Akademis

Manfaat akademis dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu di bidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan dengan menerapkan algoritma YOLOv8 *small* untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut pada *self-feeding assistive robot arm*. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dan peneliti dalam memahami implementasi model deteksi objek berbasis *deep learning* pada sistem robotika. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam eksplorasi penggunaan algoritma YOLOv8 *small* dalam pengembangan sistem deteksi visual secara *real-time*, khususnya pada aplikasi robotik berbasis kecerdasan buatan yang ditujukan untuk mendukung kemandirian pengguna yang membutuhkan.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemandirian individu dengan keterbatasan fisik, yaitu seseorang yang memiliki gangguan kemampuan gerak,

terutama pada bagian lengan, dalam melakukan aktivitas makan tanpa bantuan orang lain. Dengan mengintegrasikan deteksi objek berbasis algoritma YOLOv8 *small*, sistem ini memungkinkan robot untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut pengguna, sehingga proses makan dapat dilakukan secara otomatis. Selain itu, sistem ini membantu mengurangi beban *caregiver*, terutama dalam lingkungan rumah sakit atau panti jompo, serta memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas hidup pengguna dengan gangguan motorik melalui teknologi robotika berbasis kecerdasan buatan.

1.6 Batasan Masalah

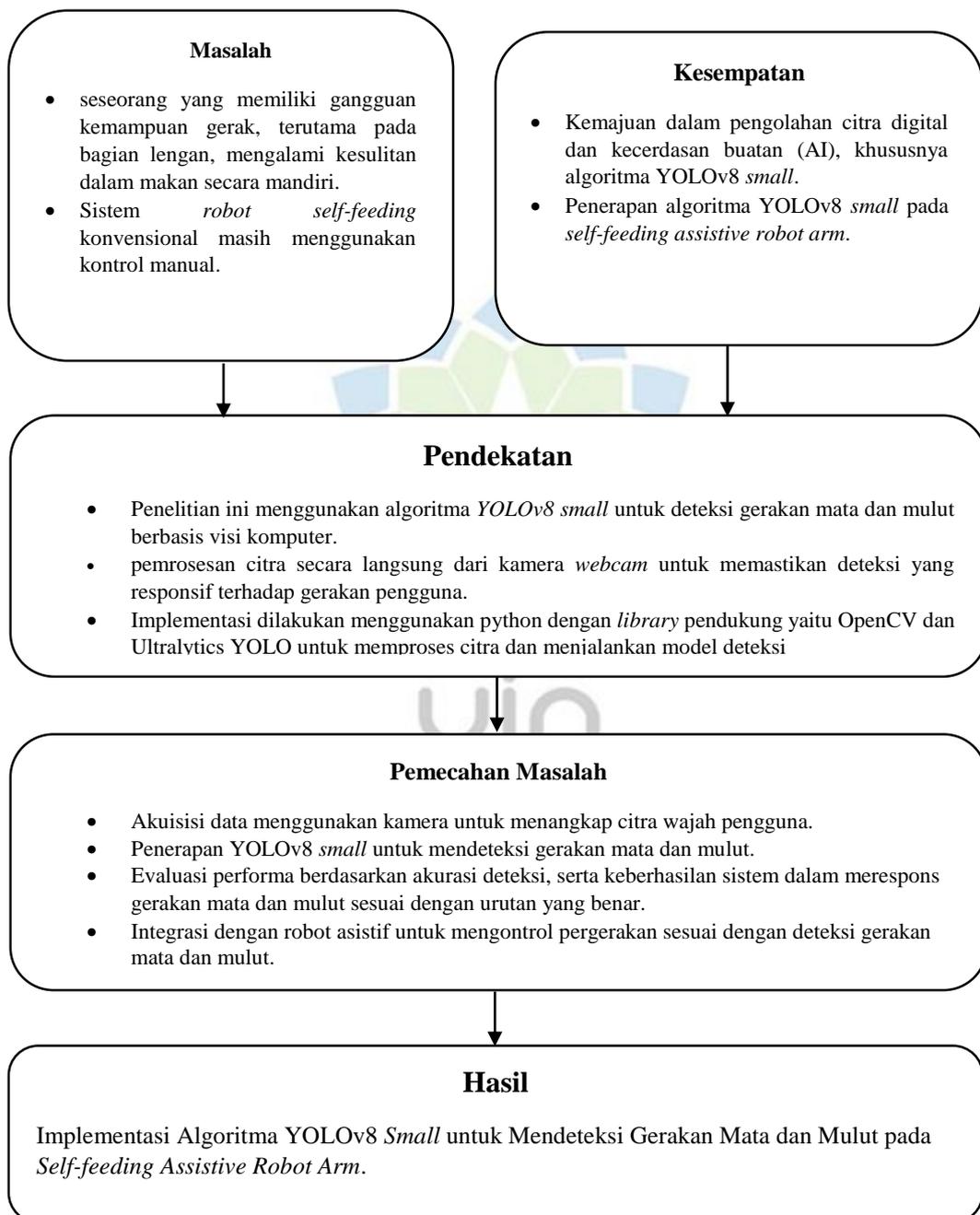
Batasan masalah yang berhubungan dengan penelitian ini memiliki cakupan yang sangat luas. Oleh karena itu, diperlukan batasan masalah agar penelitian lebih spesifik dan terarah. Batasan masalah ini menitik beratkan pada :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pendeteksian gerakan mata dan mulut menggunakan model YOLOv8 *small*.
2. Sistem deteksi ini hanya dirancang untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut, bukan untuk mengklasifikasikan jenis gerakan atau menafsirkan ekspresi pengguna.
3. Citra yang digunakan dalam proses deteksi diperoleh secara *real-time* melalui *webcam* yang terhubung langsung dengan sistem.
4. Sistem ini hanya digunakan sebagai sinyal *input* awal untuk mengendalikan pergerakan *robot arm*.
5. Penelitian ini tidak membahas mengenai sistem kendali aktuator, mekanisme pergerakan lengan robot, maupun respons fisik atau gerakan *output* yang dihasilkan oleh robot.

1.7 Kerangka Pemikiran

Kerangka berpikir dalam laporan penelitian merupakan alur logis yang menghubungkan berbagai variabel atau konsep yang akan diteliti, berdasarkan teori yang ada serta hasil-hasil penelitian sebelumnya. Tujuan utamanya adalah untuk menggambarkan proses berpikir peneliti dalam memahami dan menjelaskan

fenomena yang menjadi fokus penelitian, serta menjawab pertanyaan penelitian secara sistematis. Pada Gambar 1.2. menunjukkan bagan kerangka berpikir penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1. 9. Kerangka berpikir penelitian

Pada penelitian ini, digunakan model YOLOv8 *small* untuk mendeteksi gerakan mata dan mulut pada *self-feeding assistive robot arm* berbasis *computer*

vision. Sistem ini menggunakan kamera sebagai sensor utama untuk menangkap citra wajah pengguna, yang kemudian diolah menggunakan YOLOv8 *small* guna mengidentifikasi gerakan mata dan mulut secara *real-time*. Hasil deteksi tersebut akan digunakan sebagai *input* bagi robot untuk menyesuaikan gerakannya dalam menyuapkan makanan secara akurat.

Selama penelitian, akan dilakukan pengujian akurasi deteksi dan pengujian fungsionalitas sistem. Pengujian akurasi deteksi dilakukan dengan mengukur tingkat keberhasilan YOLOv8 *small* dalam mendeteksi gerakan mata dan mulut. Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk memastikan bahwa robot dapat merespons hasil deteksi dengan gerakan yang sesuai. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem deteksi gerakan mata dan mulut yang efisien dan akurat, sehingga meningkatkan efektivitas *self-feeding assistive robot arm* dalam membantu seseorang yang membutuhkannya.

1.8 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini memiliki kerangka dan sistematika yang mengikuti aturan yang telah ditentukan, sehingga diharapkan mendapatkan hasil tulisan yang baik. Penulisan laporan penelitian ini terdiri dari enam bab yang menguraikan permasalahan yang dibahas. Berikut sistematika penulisan laporan penelitian ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, penelitian terkait, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini menjelaskan hal-hal pokok yang perlu dipahami sebelum melakukan penelitian, yang mencakup penguasaan teori-teori terkait Implementasi Algoritma YOLOv8 *Small* untuk Mendeteksi Gerakan Mata dan Mulut pada *self-feeding assistive robot arm*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode penelitian yang berupa tahapan-tahapan ketika melakukan penelitian pada Implementasi Algoritma YOLOv8 *Small* untuk Mendeteksi Gerakan Mata dan Mulut pada *Self-feeding Assistive Robot Arm*.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini membahas proses perancangan, alur kerja dan implementasi sistem deteksi gerakan mata dan mulut menggunakan algoritma YOLOv8 *small* pada *self-feeding assistive robot arm*.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan pengujian untuk mendapatkan hasil yang akan dianalisis berdasarkan teori yang sudah ada dalam kinerja model algoritma YOLOv8 *small* untuk deteksi gerakan mata dan mulut.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, serta berisi saran terkait dengan apa saja yang harus dikembangkan pada model YOLOv8 *small* untuk deteksi gerakan mata dan mulut pada *self-feeding assistive arm robot*.

