

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gizi adalah ilmu yang mempelajari kandungan zat pada makanan dan minuman. Gizi merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kesehatan karena berfungsi dalam penyediaan energi, pembentukan dan pemeliharaan jaringan tubuh, serta pengaturan berbagai proses fisiologis yang mendukung fungsi tubuh secara optimal [1],[2]. Gizi seimbang berarti susunan makanan dengan proporsi nutrisi (protein, karbohidrat, vitamin, mineral, dan lainnya) yang sesuai kebutuhan aktivitas, tidak berlebihan maupun kekurangan, serta tetap memperhatikan kebersihan makanan [3],[4]. Ketidakseimbangan asupan dapat memicu masalah malnutrisi maupun penyakit tidak menular, misalnya *stunting* (sebagai indikator utama malnutrisi) [5], obesitas akibat penumpukan lemak karena ketidakseimbangan energi jangka panjang [6], serta diabetes yang ditandai peningkatan gula darah dan berisiko menimbulkan komplikasi serius seperti penyakit jantung, stroke, dan gangguan organ [7]. Di Indonesia, masalah gizi masih menjadi hambatan besar karena pola makan cenderung meningkat pada lemak, gula, dan garam tetapi rendah protein hewani dan serat [8]. Rendahnya kesadaran dan pengetahuan tentang menu sehat serta variasi makanan juga memperparah persoalan, karena kurangnya wawasan gizi membuat banyak orang belum memahami komposisi makan yang seimbang [9],[10].

Survei SEANUTS II (2019–2020) menunjukkan 20,6% anak di perkotaan dan 33,4% anak di perdesaan di Jawa dan Sumatera mengalami *stunting*, sementara 9–12% anak menderita obesitas [11]. Temuan ini menegaskan adanya kesenjangan kondisi gizi yang nyata antara wilayah kota dan desa [12]. Selain itu, analisis mendalam tentang masalah gizi di Indonesia menunjukkan bahwa 24,9% keluarga mengalami tiga masalah gizi sekaligus, yaitu kekurangan gizi, kelebihan gizi, dan kekurangan zat gizi mikro [13]. Ketiga masalah ini berdampak buruk pada kualitas sumber daya manusia dan meningkatkan risiko penyakit tidak menular [14],[15]. Pola makan yang cenderung mengandalkan makanan cepat saji tinggi lemak dan kalori turut mendorong kenaikan obesitas [16]. Di sisi lain, masalah kurang gizi belum teratasi, yang akhirnya memperburuk masalah gizi ganda di Indonesia [17]. Penelitian lain juga menemukan bahwa kurangnya pengetahuan tentang nutrisi di keluarga sangat berkaitan dengan tingginya angka *stunting* dan anemia pada anak-anak Indonesia [18]. Hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya upaya yang terencana untuk meningkatkan pengetahuan tentang gizi kepada masyarakat.

Namun, akses informasi gizi di masyarakat masih terbatas sehingga dibutuhkan solusi berbasis teknologi agar edukasi gizi lebih mudah diakses dan menjangkau lebih banyak orang. Sosialisasi gizi masih didominasi metode konvensional yang kurang efektif menarik perhatian, sehingga upaya pemerintah melalui program Gerakan Masyarakat Hidup Sehat (GERMAS) masih menemui kendala dalam mendorong partisipasi aktif karena materi dan

cara penyampaianya belum cukup memikat [19],[20],[21]. Menindak lanjuti kendala sosialisasi tersebut, pemerintah menyusun program Makan Bergizi Gratis (MBG) yang berperan sebagai intervensi gizi dan penguatan pendidikan inklusif-berkelanjutan [22],[23]. Pelaksanaan program ini dikoordinasikan oleh Badan Gizi Nasional guna memastikan pemenuhan gizi seimbang [24]. Standar gizi MBG menurut kelompok sasaran dirangkum pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Standar Gizi MBG

No.	Sasaran	Energi (<i>kcal</i>)	Energi (%)	Protein	Lemak	Karbohidrat
1	Siswa TK/PAUD	328,0	23,4	25,0	23,7	20,9
2	Siswa SD (1–3)	368,8	22,3	23,1	24,1	20,1
3	Siswa SD (kelas 4–6)	531,0	32,2	33,1	30,9	31,0
4	Siswa SMP	719,0	32,3	34,8	30,7	30,8
5	Siswa SMA	762,5	32,1	36,4	31,0	30,4

Dengan acuan ini, porsi pemberian makan disesuaikan jenjang agar lebih tepat sasaran. Sejumlah kajian *school-feeding* juga menunjukkan dampak yang cenderung positif pada *antropometri* dan kehadiran sekolah, meski pengaruhnya pada prestasi akademik dan status gizi jangka panjang masih belum konklusif [25],[26]. Karena itu, MBG diharapkan dapat

memperkuat mutu gizi anak sekaligus mendukung proses belajar dan capaian akademik dalam jangka panjang [27]. Evaluasi penakaran gizi pada skala operasional besar yang masih dilakukan secara manual umumnya memiliki tingkat akurasi yang rendah serta rawan terjadi tidak *konsistenan* dalam penilaian dan kesalahan manusia [28]. Untuk mendukung pelaksanaan MBG agar lebih mudah dipantau dan tepat sasaran, diperlukan metode yang efektif dan objektif dalam mengenali jenis menu serta porsi makanan di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan pendekatan *computer vision* untuk mengidentifikasi komponen makanan secara otomatis sebagai dasar evaluasi program.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *computer vision*, memberikan peluang besar untuk menghadirkan solusi praktis dalam membantu masyarakat memahami kandungan gizi makanan melalui analisis citra digital [29]. Teknologi ini memungkinkan identifikasi objek makanan secara otomatis hanya dari gambar yang diambil menggunakan kamera ponsel, sehingga dapat mendukung proses estimasi nutrisi [30]. Sejumlah penelitian juga menegaskan bahwa pendekatan berbasis foto dapat mengurangi beban pencatatan manual dan mendukung penilaian asupan makan yang lebih efisien, umumnya melalui tahapan segmentasi, pengenalan jenis makanan, dan estimasi porsi/kalori/nutrisi [31],[32]. Meski demikian, akurasi sistem sangat dipengaruhi oleh kondisi di lapangan misalnya pencahayaan, latar belakang, keberadaan makanan campuran, serta variasi penyajian sehingga diperlukan data latih yang relevan [33]. Selain data latih

yang relevan, penerapan standardisasi cara memotret juga diperlukan agar perbedaan kondisi pemotretan tidak terlalu memengaruhi hasil estimasi [34].

Untuk mengatasi variasi kondisi lapangan tersebut, diperlukan metode pendeteksian/segmentasi objek makanan yang andal agar tahap pengenalan dan estimasi dapat berjalan lebih akurat. Model deteksi objek modern seperti *You Only Look Once* (YOLO) telah digunakan secara luas karena mampu melakukan deteksi dengan akurasi tinggi [35]. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan YOLO dalam sistem pengenalan makanan dapat meningkatkan ketepatan estimasi kalori dan komposisi nutrisi, karena jenis makanan dapat terdeteksi secara otomatis sebelum dilakukan perhitungan nilai gizinya [36]. Selain pendekatan deteksi berbasis *bounding box*, pengembangan YOLO juga telah diarahkan pada tugas segmentasi, di mana model tidak hanya memprediksi lokasi dan kelas objek, tetapi juga menghasilkan *mask* pada tingkat *piksel* untuk setiap objek [37]. Segmentasi tingkat *piksel* memungkinkan ekstraksi area objek secara langsung pada makanan, sehingga batas objek direpresentasikan mengikuti kontur aktualnya [38]. Metode berbasis *mask* ini memberikan informasi yang lebih rinci dan memungkinkan perhitungan luas area sebagai dasar analisis porsi [39], [40]. Pada proses estimasi volume makanan, luas area hasil segmentasi dimanfaatkan sebagai informasi untuk memperkirakan volume dan kandungan gizi [41].

Akses deteksi objek dapat dibuat sebagai layanan *REST API* yang menjalankan YOLO pada sisi server, sehingga klien hanya mengirim citra

dan menerima keluaran deteksi melalui *HTTP* tanpa integrasi model di perangkat klien [42]. Pada implementasi layanan seperti ini, citra umumnya diunggah melalui *RESTful web API* dengan metode *HTTP POST* dan server mengembalikan respons *JSON* berisi prediksi agar mudah diolah oleh aplikasi klien [43]. Untuk menekan latensi dan beban jaringan, klien dapat melakukan *praproses* ringan seperti *resize*/kompresi sebelum pengiriman, pendekatan serupa juga digunakan pada sistem *edge-assisted* di mana citra dikompresi lalu dikirim ke server untuk diproses, dan hasilnya dikirim kembali ke perangkat klien [44].

Sejalan dengan itu, tinjauan sistematis melaporkan bahwa *image-based food-recognition systems* (IBFRS) yang memanfaatkan kamera perangkat seluler dan teknik *computer vision* dapat menyederhanakan pencatatan konsumsi serta meningkatkan objektivitas pemantauan dibanding metode *recall* atau pencatatan manual [45]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan *computer vision* berpotensi mendukung proses identifikasi menu dan pemantauan porsi makanan secara otomatis serta terintegrasi dengan layanan digital.

Berdasarkan kebutuhan pemantauan Program Makan Bergizi Gratis (MBG), penelitian ini mengembangkan sistem berbasis *computer vision* untuk mengenali komponen makanan serta mengestimasi berat nasi dari citra digital. Sistem memanfaatkan model YOLO Segmentasi untuk mendeteksi dan menyegmentasi objek makanan, kemudian menggunakan luas area hasil segmentasi sebagai dasar estimasi berat nasi. Model yang telah dibangun

selanjutnya diintegrasikan ke dalam layanan *REST API* berbasis Flask dan aplikasi Android sehingga pengguna dapat mengunggah foto makanan serta memperoleh hasil identifikasi menu, estimasi berat nasi, dan perhitungan kalori. Pengujian dilakukan terhadap performa deteksi dan segmentasi model, estimasi berat nasi, layanan *REST API*, serta integrasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model memperoleh nilai *mAP50* segmentasi sebesar 88,6%, 78,3%, dan 77,5% pada tiga skenario pengujian menggunakan 50, 115, dan 690 citra. Pada kelas nasi, model memperoleh nilai *mAP50* segmentasi sebesar 96,3%, 98,3%, dan 98,6%. Layanan *REST API* berhasil memproses seluruh permintaan pengujian dengan jumlah pengujian 10 kali secara beruntun serta telah diintegrasikan dengan aplikasi Android. Sistem juga melakukan estimasi berat nasi berdasarkan luas area hasil segmentasi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pemantauan menu dan porsi makanan pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG) masih memerlukan metode yang dapat dilakukan secara otomatis dan terintegrasi dengan sistem digital. Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan teknologi *computer vision* berbasis YOLO untuk mendeteksi makanan dan mengestimasi berat nasi dari citra digital. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem berbasis *computer vision* untuk mendeteksi dan menyegmentasi komponen makanan pada menu Makan Bergizi Gratis (MBG) secara otomatis dari citra digital?

2. Sejauh mana kinerja model YOLO dalam mendeteksi dan menyegmentasi objek makanan pada menu MBG berdasarkan metrik evaluasi yang digunakan?
3. Bagaimana mengimplementasikan model deteksi dan segmentasi makanan ke dalam layanan *REST API* agar dapat diintegrasikan dengan aplikasi klien?
4. Bagaimana memanfaatkan hasil segmentasi objek nasi berupa *mask* dan luas area sebagai dasar estimasi berat nasi?
5. Bagaimana kinerja sistem yang dikembangkan ditinjau dari akurasi deteksi dan segmentasi, akurasi estimasi berat nasi, serta performa layanan *REST API*?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dari maksud dan tujuannya, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Pengenalan jenis makanan hanya dilakukan pada jenis makanan yang tersedia dalam *dataset* yang digunakan dan tidak mencakup seluruh jenis makanan secara umum.
2. Variasi kondisi pencahayaan, latar belakang gambar, serta kualitas kamera tidak dikaji secara mendalam dan bergantung pada karakteristik *dataset* yang digunakan.
3. Penelitian ini dibatasi pada proses deteksi dan pengenalan jenis makanan serta estimasi berat nasi dan kalori berdasarkan citra digital. Perhitungan

kebutuhan nutrisi secara rinci, seperti kebutuhan gizi individu dan kandungan zat gizi secara lengkap, tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.

4. Citra makanan yang digunakan merupakan citra digital dari *dataset* tertentu dan tidak mencakup kondisi ekstrem seperti pencahayaan rendah, sudut pengambilan yang terlalu miring, atau objek makanan yang tertutup sebagian.
5. Penelitian ini berfokus pada pembangunan dan pelatihan model YOLO, sedangkan pengembangan aplikasi hanya sebatas integrasi model ke dalam aplikasi tanpa membahas pengembangan aplikasi secara menyeluruh.
6. Perbandingan performa dengan metode atau model lain dilakukan secara terbatas dan tidak menjadi fokus utama penelitian.

1.4. Tujuan Dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan fokus penelitian serta memberikan manfaat dan tujuan.

1.4.1. Tujuan

Mengacu pada rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem berbasis *computer vision* untuk mengidentifikasi komponen makanan pada menu Makan Bergizi Gratis (MBG) secara otomatis dari citra.
2. Mengevaluasi kemampuan model YOLO dalam mendeteksi dan menyegmentasi objek.
3. Mengimplementasikan model segmentasi makanan dalam bentuk layanan *REST API* agar mudah diintegrasikan dengan aplikasi klien.
4. Memanfaatkan hasil segmentasi (*mask*/luas area) sebagai dasar pendukung evaluasi porsi/komponen menu untuk kebutuhan pemantauan MBG.
5. Mengukur kinerja sistem dari sisi akurasi segmentasi dan performa layanan untuk memastikan sistem dapat digunakan.

1.4.2. Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi mahasiswa, Universitas Harkat Negeri, serta masyarakat, baik dari aspek akademik maupun penerapan teknologi di bidang gizi dan kesehatan.

1. Bagi Mahasiswa

- a. Mendorong kreativitas mahasiswa dalam mengembangkan solusi teknologi untuk permasalahan nyata di masyarakat.
- b. Membantu mahasiswa meningkatkan kemampuan menyusun laporan ilmiah dan dokumentasi penelitian.

2. Bagi Universitas Harkat Negeri

- a. Menjadi kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di bidang kesehatan, gizi, dan kecerdasan buatan.
- b. Menambah koleksi pustaka ilmiah kampus mengenai penelitian yang memadukan teknologi AI dengan pemecahan masalah kesehatan masyarakat.

3. Bagi Masyarakat/Pengguna

- a. Membantu petugas SPPG dalam melakukan evaluasi dan pencatatan menu makanan.
- b. Mempermudah proses pemantauan menu dan porsi makanan pada Program Makan Bergizi Gratis (MBG).

1.5. Sistematika Penulisan Laporan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari enam bab yaitu, yang masing-masing bab dengan perincian sebagai berikut ini.

1. BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas berbagai aspek yang menjadi dasar penelitian, meliputi latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan yang digunakan. Selain itu, pada bab ini dijelaskan mengenai pentingnya pemantauan gizi dalam program Makan Bergizi Gratis (MBG) serta

pemanfaatan teknologi *computer vision* dan metode YOLO untuk mendeteksi makanan dan mendukung estimasi porsi nasi secara otomatis.

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas kajian pustaka yang digunakan sebagai landasan penelitian, meliputi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik yang dibahas serta berbagai teori yang mendukung pelaksanaan penelitian. Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan perbandingan dan referensi dalam pengembangan sistem. Sementara itu, landasan teori membahas konsep-konsep yang berkaitan dengan *computer vision*, *deep learning*, YOLO, segmentasi citra, *REST API*, serta teknologi pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian.

3. BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan tahapan serta metode penelitian yang digunakan dalam proses pengembangan sistem. Seluruh tahapan disusun secara sistematis dan terarah untuk mendukung pencapaian tujuan penelitian. Pembahasan meliputi metode penelitian, pengumpulan *dataset*, *preprocessing* citra, proses pelatihan model YOLO, pengujian model, hingga penerapan sistem. Selain itu, dijelaskan pula

teknik pengumpulan data dan metode evaluasi yang digunakan untuk mengukur performa sistem.

4. BAB IV : ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini dibahas proses analisis kebutuhan sistem serta perancangan sistem deteksi makanan berbasis YOLO yang digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem. Pembahasan meliputi alur kerja sistem, perancangan proses deteksi dan segmentasi makanan, estimasi porsi nasi berdasarkan hasil segmentasi, serta integrasi model ke dalam layanan *REST API* agar dapat digunakan oleh aplikasi klien.

5. BAB V : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas hasil implementasi sistem yang telah dikembangkan beserta pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan model dalam mendeteksi dan menyegmentasi makanan. Selain itu, hasil pengujian digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap performa, akurasi, dan keandalan sistem yang dibangun.

6. BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai “Deteksi Makanan Berbasis YOLO Dengan Estimasi Berat Nasi Sebagai Pendukung Pemenuhan Nutrisi” yang disusun berdasarkan hasil analisis dan

pembahasan pada bab-bab sebelumnya. Selain itu, bab ini juga memuat saran-saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dan referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.