

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Industri jasa makanan merupakan salah satu sektor dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bentuk penyimpangan kinerja dan pelaporan operasional. Studi menunjukkan bahwa praktik manipulasi pencatatan jam kerja, pelanggaran waktu istirahat, serta ketidakjelasan aktivitas kerja merupakan fenomena yang sangat umum terjadi di industri restoran atau cafe. Hal ini tidak hanya berdampak pada kerugian usaha, tetapi juga menurunkan akurasi data operasional cafe, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas pelaporan aktivitas bisnis. Ketidaksesuaian antara aktivitas nyata dengan data yang tercatat berpotensi menimbulkan kesalahan dalam evaluasi kinerja[1].

Dampak yang ditimbulkan oleh kinerja karyawan cafe tersebut adalah masalah waktu tunggu (*waiting time*) pelayanan yang terlalu lama. Masalah ini adalah faktor penting yang memengaruhi kepuasan pelanggan di industri jasa makanan. Penelitian menunjukkan bahwa lama waktu tunggu yang dirasakan pelanggan (*perceived waiting time*) memiliki efek signifikan terhadap kepuasan terhadap layanan dan pengalaman pelanggan[2]. Analisis yang dilakukan Erasmus University, menjelaskan lebih dari 94.000 kunjungan di sebuah restoran populer menunjukkan bahwa waktu tunggu yang lebih lama berhubungan dengan perilaku menunggu yang negatif, perilaku meninggalkan antrian, dan pengaruh buruk terhadap total pendapatan restoran. Tanpa waktu tunggu yang panjang, total pendapatan dapat meningkat secara signifikan[3].

Survei dari *National Restaurant Association* menunjukkan bahwa lebih dari 60% pelanggan merasa kecewa ketika waktu pelayanan terlalu lama, dan lebih dari 40% pelanggan akan mempertimbangkan tidak kembali jika layanan terlalu lambat. Masalah ini lebih signifikan pada restoran layanan penuh (*full-service*) dibandingkan *self-service* karena ekspektasi waktu pelayanan yang berbeda. Pengurangan waktu tunggu rata-rata sebesar 5 menit dapat meningkatkan total pendapatan harian hingga 12%. Ini menunjukkan bahwa pelayanan lambat bukan hanya masalah kepuasan, tetapi berdampak langsung pada profit bisnis[4].

Pelayanan restoran yang lambat tidak hanya mempengaruhi pada kepuasan pelanggan, tetapi juga berpengaruh langsung terhadap jumlah pengunjung, tingkat kunjungan ulang dan total pendapatan harian restoran. Sebagaimana ditunjukkan oleh National Restaurant Association, waktu pelayanan yang terlalu lama dapat menurunkan minat pelanggan untuk kembali, sementara perbaikan efisiensi terbukti dapat meningkatkan pendapatan secara signifikan. Dengan demikian, jumlah pelanggan dan durasi pelayanan menjadi indikator penting yang merefleksikan performa operasional sekaligus potensi pendapatan suatu restoran[4].

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Secara umum, ketentuan jam kerja yang berlaku di Indonesia adalah 7 hingga 8 jam per hari, atau total 40 jam kerja per minggu. Restoran biasanya beroperasi selama 5 hari dengan 2 hari libur atau 7 hari per minggu tanpa hari libur[5]. Beberapa restoran juga memiliki waktu operasional selama 24 jam dengan menerapkan jadwal per *shift*, salah satunya adalah Cafe Kopkit yang berlokasi di Kota Padang. Waktu kerja formal ini dapat mempengaruhi kualitas pelayanan usaha restoran. Dalam praktik di industri restoran, jam kerja sering disesuaikan dengan jam operasional restoran seperti berikut.

- a. Restoran dengan shift bergantung pada jam makan *peak hours* (makan siang & makan malam), contohnya shift pagi/siang pada jam 10:00–18:00 dan shift sore/malam sekitar 13:00–22:00.
- b. Restoran dengan jam buka 24 jam *service* yang menggunakan tiga shift.

Permasalahan waktu tunggu pelayanan di restoran cepat saji sangat dipengaruhi oleh jumlah karyawan pelayanan dan laju kedatangan pelanggan, khususnya pada jam sibuk. kondisi *peak hours* restoran terjadi pada pukul 12.00–14.00 dengan laju kedatangan sebesar 20 pelanggan per menit. Di sistem dengan dua karyawan pelayanan atau kasir merupakan konfigurasi optimal, karena mampu menekan waktu tunggu rata-rata menjadi 2,22 detik dengan tingkat pemanfaatan sumber daya yang efisien. Penambahan karyawan ketiga justru menurunkan efisiensi karena menurunkan kinerja. Temuan ini menegaskan bahwa masalah pelayanan restoran bersifat kompleks dan membutuhkan pendekatan berbasis data untuk menentukan jumlah karyawan dan strategi pelayanan yang optimal [6].

Dalam operasionalnya, ketidakkonsistenan pelayanan antar shift merupakan hal yang sering terjadi karena variasi jumlah karyawan, pengalaman kerja, dan tingkat beban kerja. Shift pagi, siang, dan malam sering kali memiliki karakter pelanggan yang berbeda sehingga pola permintaan dan laju kedatangan pelanggan juga berubah-ubah. Karyawan pada shift tertentu mungkin memiliki tingkat kecepatan pelayanan yang lebih tinggi dibanding shift lain karena pengalaman, pelatihan, ataupun tingkat kelelahan, sehingga menghasilkan variasi kualitas layanan sepanjang hari. Ketidakkonsistenan ini membuat waktu tunggu menjadi sulit diprediksi, karena faktor kontekstual bukan hanya jumlah pelanggan, tetapi juga kemampuan respons karyawan pada shift tertentu [7].

Waktu tunggu juga berpengaruh pada kepuasan pelanggan. Kepuasan pelanggan menurun ketika waktu tunggu melebihi ekspektasi pelanggan. Ambang batas waktu tunggu ditetapkan secara operasional berdasarkan praktik industri. Waktu pelayanan aktual di cafe yang mencapai 15 menit per pelanggan dinilai tidak efisien dan berkontribusi terhadap ketidakpuasan pelanggan serta penurunan jumlah pengunjung. Cafe perlu memastikan karyawan mengetahui ketika waktu tunggu pelanggan telah berada pada kondisi yang berpotensi menurunkan kepuasan pelanggan secara signifikan, tanpa mengganggu alur kerja dapur secara berlebihan [8].

Dalam pengimplementasian sistem ini, pemberian penanganan terhadap kualitas pelayanan cafe Kopi Kita (Kopkit) sebagai subjek utama dipilih karena memiliki kapasitas ruang dan kompleksitas tata ruang. Cafe Kopkit Sutomo dikategorikan sebagai cafe dengan ukuran sedang – besar karena cafe ini memiliki bangunan dengan tingkat tiga lantai dengan intensitas yang cukup tinggi.



Gambar 1. 1 Cafe Kopkit Sutomo

Selain area layanan utama, Kopkit Sutomo menyediakan ruang khusus (VIP) yang dikenal sebagai *secret room*. Keberadaan ruang ini menunjukkan adanya pembagian ruang yang kompleks, memiliki ruang dengan area *indoor* ber-AC, area *outdoor* (*smoking*). Selain itu cafe ini juga memiliki skala operasional 24 jam penuh.



Gambar 1. 2 *Secret Room* Kopkit Sutomo

Berdasarkan hasil wawancara dengan karyawan cafe, kualitas pelayanan tidak hanya dipengaruhi oleh kecepatan penyajian pesanan, tetapi juga oleh penerapan *Standard Operating Procedure* (SOP) hospitality. Karyawan diwajibkan

memberikan pelayanan yang ramah kepada pelanggan, seperti memberikan senyuman, bersikap sopan, serta menyampaikan informasi kepada pelanggan dengan cara yang baik. Jumlah pelanggan yang dilayani juga bervariasi berdasarkan waktu operasional, dengan kondisi cafe yang paling ramai terjadi pada rentang pukul 16.00 hingga 24.00. Dalam setiap shift terdapat sekitar 10 karyawan yang memiliki pembagian tugas masing-masing. Cafe memiliki kapasitas lebih dari 100 pelanggan sehingga pada kondisi ramai, peningkatan jumlah pelanggan dapat memengaruhi waktu tunggu pelayanan.

Dalam menangani masalah kecepatan, cafe memiliki prosedur pelayanan berupa *sounding* apabila pesanan belum diterima hingga mencapai sekitar 45 menit. Selanjutnya, *waiter* melakukan komunikasi secara langsung kepada pelanggan untuk menyampaikan informasi apabila terdapat kendala dalam proses pelayanan. Apabila pelanggan mengalami waktu tunggu lebih dari 45 menit, cafe dapat memberikan *compliment* berupa makanan atau minuman, sebagai bentuk penanganan terhadap keterlambatan pelayanan. Berdasarkan keterangan karyawan, waktu tunggu yang dianggap normal berada pada rentang 10–15 menit dengan mempertimbangkan pembagian tugas. Waktu tunggu menjadi salah satu aspek yang diperhatikan dalam pelayanan karena keterlambatan penyajian dapat memengaruhi kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, keberadaan SOP penanganan *long wait* menjadi salah satu bentuk upaya cafe dalam mempertahankan kualitas pelayanan dan menangani pelanggan yang mengalami waktu tunggu yang terlalu lama.

Untuk memvalidasi permasalahan dari sisi pelanggan, penulis melakukan survey dengan target responden pelanggan cafe. Survey kepada mahasiswa dilakukan dengan memberikan formulir pertanyaan kepada 11 responden dengan beberapa variasi pertanyaan.

No.	Pertanyaan
1	Seberapa sering Anda mengunjungi cafe?
2	Apa tujuan anda mengunjungi cafe?
3	Pelayanan yang cepat merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kualitas pelayanan cafe?

4	Waktu tunggu sejak pelanggan memesan hingga pesanan diterima memengaruhi kepuasan pelanggan?
5	Menurut Anda, pelayanan cafe dapat dikatakan baik apabila pelanggan tidak menunggu pesanan terlalu lama?
6	Menurut Anda, berapa lama waktu tunggu yang masih dapat dianggap wajar sejak pelanggan melakukan pemesanan hingga pesanan diterima?
7	Jika Anda telah menunggu lebih dari 15 menit untuk menerima pesanan, bagaimana Anda menilai kondisi pelayanan tersebut?

Survey membuktikan, 72,7% orang mengunjungi cafe sekali sebulan, 18,2% mengunjungi cafe sekali seminggu, dan 9,1% lebih dari 2 kali seminggu untuk berkumpul dengan teman atau sekedar pergi makan dan minum. Disamping itu, 81,8% orang sangat merasa pelayanan yang cepat merupakan salah satu faktor penting dalam kualitas pelayanan, 81,8% sangat setuju bahwa waktu tunggu mempengaruhi kepuasan pelanggan, dan 72,7% sangat setuju pelayanan cafe dikatakan baik jika pelanggan tidak menunggu terlalu lama. Menurut pelanggan, durasi waktu tunggu yang masih dianggap wajar adalah 11-15 menit. Jika pelanggan menunggu lebih lama, maka kondisi pelayanan dapat dikatakan cukup hingga buruk [Lampiran 3].

Dari survey yang dilakukan, hampir semua pelanggan pernah menjadi orang yang mengalami waktu tunggu yang lama, dan sebagian pelanggan pernah melakukan komplain kepada pihak cafe. Fenomena ini juga dinilai dapat mempengaruhi kepuasan pelanggan terhadap pelayanan cafe. Selain itu pelanggan sepakat bahwa pelayanan cafe yang baik memiliki *waiting time* dibawah 15 menit, sedangkan pelayanan cafe yang buruk memiliki *waiting time* diatas 25 menit. Batas tersebut akan digunakan sebagai indikator peringatan awal, bukan sebagai penentu mutlak bahwa kualitas pelayanan cafe buruk. Penetapan batas tersebut juga mempertimbangkan SOP cafe dalam menangani keterlambatan pelayanan.

Tabel 1. 1 Tabel Solusi Yang Telah Ada

No	Solusi	Kelebihan	Kekurangan	Referensi
1	QR Code / Self-service kiosks	Mengurangi beban kasir karena pelanggan memesan secara mandiri.	Sangat bergantung pada koneksi internet. Gangguan jaringan dapat langsung menghambat operasional.	[9]
2	Operational Service Management	Meningkatkan koordinasi antar karyawan melalui SOP, pelatihan, dan penjadwalan kerja.	Sulit diukur secara kuantitatif sehingga evaluasi kinerja sering bersifat subjektif	[10]
3	Sistem POS dan Kitchen Display System (KDS)	Mempercepat alur pesanan dan menyediakan data kinerja operasional untuk evaluasi produktivitas	Tidak mengurangi waktu tunggu pelanggan secara langsung	[11]
4	Reservasi Online	Mengurangi kepadatan dan antrean fisik, pelanggan tidak perlu menunggu lama untuk mendapatkan meja	Dapat menimbulkan kapasitas yang terbuang jika pelanggan tidak datang.	[12]

1.1.2 Analisis Masalah dan Konstrain

Berdasarkan masalah pelayanan restoran yang dijelaskan, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Beberapa aspek tersebut antara lain:

1. Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi dalam penelitian ini berkaitan dengan kinerja layanan restoran, khususnya dalam waktu tunggu pelanggan yang berdampak secara langsung pada pendapatan usaha dan biaya operasional. Pelayanan yang lambat dapat menurunkan kepuasan pelanggan, menyebabkan kehilangan potensi pendapatan, serta mendorong restoran menambah sumber daya atau teknologi yang meningkatkan biaya operasional[13]. Dengan mempertimbangkan pengaruh dampak ekonomi pada restoran, karena itu solusi harus bersifat low cost, dan dapat dibangun dengan biaya yang terjangkau, karena restoran perlu mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk membangun sistem.

2. Aspek Sosial

Aspek sosial mencakup persepsi pelanggan bagaimana toleransi terhadap waktu tunggu dan interaksi pelanggan dengan karyawan. Persepsi tentang waktu tunggu dan kesabaran pelanggan memiliki perbedaan antar demografis, seperti usia dan kelompok sosial. Keinginan pelanggan untuk kembali (*behavioral intention*) dipengaruhi oleh cara antrian diatur. ketika pelanggan menunggu, mereka membuat *persepsi equity* berdasarkan *cost-benefit* analisis yang mempengaruhi niat mereka tetap menunggu atau pergi. Persepsi nilai terhadap layanan dapat memengaruhi toleransi terhadap waktu tunggu, jika layanan yang dikelola buruk, pelanggan akan bereaksi negatif[14]. Aspek sosial berpengaruh tidak hanya kepada pelanggan, tetapi juga interaksi karyawan, oleh karena itu konstrain pada aspek ini sistem harus bersifat *user friendly*, mudah dipahami dan mudah diimplementasikan oleh karyawan untuk mengatasi permasalahan restoran. Untuk meningkatkan pelanggan, sistem juga harus mempertimbangkan estetika agar menjadi daya tarik pelanggan dan tidak boleh membuat pelanggan terganggu.

3. Aspek Operasional

Aspek operasional dalam restoran berkaitan dengan pengelolaan alur layanan yang mencakup proses pemesanan, persiapan makanan, hingga penyajian

kepada pelanggan. Setiap tahapan dalam alur layanan tersebut berkontribusi secara langsung terhadap lamanya waktu pelayanan dan *waiting time* pelanggan. Ketidakefisienan pada salah satu tahapan proses, seperti keterlambatan dalam persiapan makanan atau kurangnya koordinasi antara bagian dapur dan pelayanan, dapat memperpanjang antrean, terutama pada jam sibuk restoran. Oleh karena itu analisis menyeluruh terhadap alur pelayanan dari pemesanan hingga penyajian diperlukan untuk mengidentifikasi titik proses yang paling memakan waktu, sehingga restoran dapat melakukan manajemen kapasitas layanan melalui waktu tunggu dan pengaturan antrean lebih efektif. Konstrain dari aspek ini adalah terkait dengan *operation time*, yaitu sistem harus dapat beroperasi selama jam operasional tanpa jeda dan tanpa kendala dan membaca waktu tunggu pelanggan dengan toleransi waktu keterlambatan tertentu.

4. Aspek Organisasi

Budaya organisasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas layanan dan kinerja karyawan secara sistematis. Koordinasi yang baik antar karyawan merupakan hal penting untuk memastikan keselarasan dalam pelaksanaan tugas serta pemahaman terhadap perilaku kerja di lingkungan restoran. Selain itu, pelatihan dan evaluasi karyawan secara berkelanjutan berperan penting dalam meningkatkan kecepatan dan ketepatan pelayanan kepada pelanggan. Budaya kerja yang mendukung kolaborasi, disiplin, dan tanggung jawab akan membantu restoran dalam menciptakan pelayanan yang berkualitas serta meningkatkan kinerja operasional secara keseluruhan[6]. Oleh karena itu, sistem harus dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari 6 bulan, agar karyawan dapat memahami dan melakukan pelatihan penggunaan sistem dalam waktu yang relatif cepat.

5. Aspek Etika

Etika juga berpengaruh terhadap pelanggan, untuk meningkatkan pelayanan diperlukan pemantauan terhadap kebiasaan atau aktivitas pelanggan. Pemantauan dapat menimbulkan isu etika, seperti risiko pelanggaran privasi atau penggunaan data yang tidak bertanggungjawab. Setiap sistem monitoring harus proporsional, adil, dan transparan. Oleh karena itu, konstrain *privacy*

protection untuk tidak menyimpan informasi pelanggan yang sensitif, sistem hanya mencatat data numerik untuk evaluasi kinerja restoran.

Selain itu dalam melakukan pengawasan pelayanan, harus memperhatikan prinsip perlindungan data pribadi. Pengawasan tidak boleh menyimpan identitas pelanggan, dan akses data harus dibatasi. Data yang dikumpulkan bersifat transparan, sehingga sejalan dengan prinsip perlindungan data pribadi. Dengan memasang informasi bahwa area restoran menggunakan sistem monitoring, pihak restoran telah memenuhi prinsip transparansi.

1.1.3 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan hasil analisis masalah kualitas pelayanan restoran, terdapat beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi secara spesifik untuk dapat merumuskan solusi pemecahan masalah. Kebutuhan yang tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem perlu secara otomatis mengumpulkan data, untuk evaluasi pelayanan.
2. Sistem perlu menampilkan data operasional yang akurat, bukan berdasarkan asumsi atau pencatatan manual.
3. Solusi yang dirancang mampu melakukan monitoring *waiting time* pelanggan.
4. Solusi yang dirancang mampu memberikan notifikasi kepada karyawan restoran jika ada pelanggan yang menunggu terlalu lama.

Solusi yang dirancang mampu mengumpulkan data *waiting time* pelanggan selama restoran beroperasi.

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan data pendukung, analisis masalah, dan perumusan kebutuhan yang harus dipenuhi, maka solusi ditujukan untuk membantu restoran dalam meningkatkan kinerja pelayanannya berdasarkan waktu tunggu pelanggan. Dengan melihat data seperti jumlah pelanggan dan kecepatan pelayanan, restoran dapat merencanakan evaluasi agar jumlah pelanggan bertambah dan target pendapatan restoran dapat meningkat.

1.2 Solusi

Berdasarkan analisis permasalahan dan tujuan, dapat dirumuskan beberapa solusi yang dapat memenuhi kebutuhan dan diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut.

1.2.1 Karakteristik Produk

a. Fitur Dasar

1. *Computing Performance*: Solusi membutuhkan *computing performance* yang dapat memproses banyak data agar bisa mendeteksi pelanggan secara jelas dan akurat.
2. *Real-time Monitoring*: Solusi mampu memberikan pemantauan *waiting time* pelanggan yang ada di dalam restoran secara *real-time*.
3. *Accuracy*: Kemampuan dalam melakukan komputasi dan identifikasi data.
4. *Network Connectivity*: Data hasil pencatatan harus dapat dikirimkan ke server pusat dengan jaringan lokal atau internet.

b. Fitur Spesifik Kualitas Layanan

5. *Detection Capability*: Solusi mampu mendeteksi apakah pelanggan tersebut sedang menunggu makanan yang dipesan atau tidak.
6. *Notification capability*: Solusi dapat memberikan notifikasi yang dapat diterima oleh karyawan.
7. *Time Tracking*: Sistem memiliki akses terhadap waktu seperti tanggal sistem dijalankan, dan lama waktu pelayanan.

1.2.2 Usulan Solusi

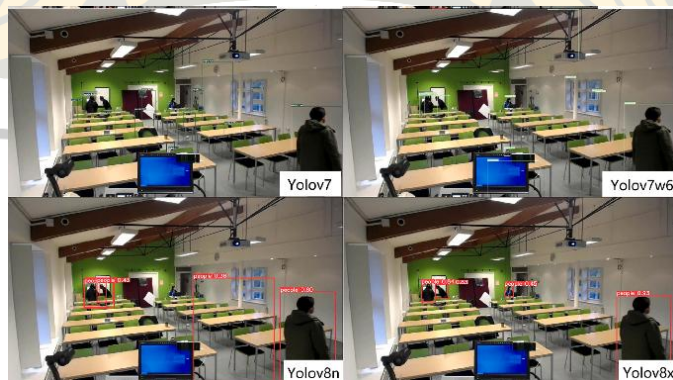
1. Solusi 1: Sistem Monitoring *Waiting Time* Pelanggan dengan Algoritma *Deep SORT*

Deep SORT merupakan algoritma untuk melacak objek dengan mengatasi tingginya jumlah pergantian identitas objek. Algoritma sebelumnya yaitu SORT asli sering gagal melacak objek ketika terjadi oklusi (objek terhalang oleh benda lain) karena hanya mengandalkan metrik tumpang tindih *bounding box*. Algoritma ini menggabungkan dua metrik utama untuk mengasosiasikan deteksi dengan jejak objek (*tracks*)[15].

- a. *Motion Metric*, menggunakan Jarak Mahalanobis yaitu jarak untuk mengukur seberapa jauh deteksi dari lokasi prediksi berdasarkan model *Kalman filter*. Ini efektif untuk prediksi jangka pendek
- b. *Appearance Metric*, Menggunakan Jarak Cosine yaitu jarak untuk membandingkan deskriptor tampilan objek. Deskriptor ini dihasilkan oleh model CNN yang telah dilatih, berguna untuk memulihkan identitas objek setelah terjadi oklusi.

Deep SORT menggunakan model CNN yang dilatih pada dataset tertentu dengan skala yang besar. Deep SORT menggunakan mekanisme Matching Cascade yang memberikan prioritas pada objek yang lebih sering terlihat atau yang baru saja hilang. Hal ini mencegah ketidakpastian yang besar pada *Kalman filter* saat sebuah objek hilang dalam waktu lama agar tidak salah mengambil alih identitas objek lain[15].

Agar setiap meja dapat teridentifikasi, area sekitar meja dapat ditandai menggunakan ROI. ROI (*Region of Interest*) adalah bagian tertentu dari suatu citra atau video yang dipilih untuk dianalisis lebih lanjut, sementara area lain diabaikan. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban komputasi dan meningkatkan akurasi deteksi karena sistem hanya fokus pada area yang relevan dengan objek atau aktivitas yang diamati. Secara teknik ROI digunakan untuk membatasi ruang pencarian objek dan meningkatkan kecepatan proses deteksi. ROI dapat didefinisikan dalam bentuk koordinat persegi panjang (x_{min} , y_{min} , x_{max} , y_{max}) yang menunjukkan area tertentu pada *frame*[16].



Gambar 1. 3 Penggunaan ROI pada Sistem Deteksi

Solusi dengan sistem monitoring ini bertujuan mengukur *waiting time* pelanggan secara otomatis dan objektif, yaitu waktu ketika pelanggan duduk di meja hingga makanan tiba di meja menggunakan kamera. Kamera mendeteksi objek visual pada area ROI seperti pelanggan dan makanan menggunakan algoritma deteksi objek, kemudian melakukan tracking dengan Deep SORT. Tracking digunakan untuk mempertahankan identitas objek antar frame dan menghindari perhitungan ganda. Output dari sistem ini adalah *waiting time* per meja yang disimpan sebagai data *time-series* untuk dianalisis. *Waiting time* dapat didefinisikan menjadi hasil pengurangan antara waktu makanan tiba dengan waktu pelanggan duduk.

Setiap restoran memiliki standar maksimal waktu pelayanan yang berkualitas. Sistem perlu mengatur batas (*threshold*) *waiting time* maksimal yang bisa ditoleransi pelanggan. Jika *waiting time* melebihi batas, sistem akan mengirimkan notifikasi atau indikator sebagai pengingat kepada karyawan untuk mempercepat pengantaran makanan. Selain memonitoring kualitas pelayanan, restoran perlu melakukan aksi cepat sesuai SOP. Ini diperlukan untuk mencegah pelanggan *complain* dan mengurangi keinginan pelanggan untuk datang kembali.

$$\text{Waiting time} = T_{\text{food arrived}} - T_{\text{sit}}$$

Berikut ini tahapan implementasi sistem:

- a. Pengambilan gambar dari kamera: Sistem dimulai dengan kamera yang menangkap gambar seluruh pelanggan secara *real-time*. Kamera ini memiliki posisi statis dengan sudut diagonal.
- b. Deteksi pelanggan: Sistem mendeteksi pelanggan pada ROI sebagai objek, lalu *bounding box* diberikan pada setiap pelanggan yang terdeteksi.
- c. *Tracking*: Pada tahap *tracking*, algoritma Deep SORT menerapkan ID pelanggan yang berada di meja. Sistem akan mulai melakukan perhitungan waktu hingga makanan tiba.

- d. Deteksi makanan tiba dan menghitung waiting time: Sistem mendeteksi makanan yang ada di meja. Setelah makanan terdeteksi, Deep SORT akan menghentikan perhitungan waktu dan memberikan hasil waiting time.
- e. *Data Report*: Data lama waiting time pelanggan akan ditampilkan di *dashboard* berbasis *web* sebagai laporan evaluasi restoran.

2. Solusi 2: *Actuator Device* pada Meja Pelanggan untuk *Reminder* Makanan yang Belum Tiba Berbasis Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *Integrated Circuit* (IC) kecil yang dirancang untuk mengatur operasi tertentu dalam sistem tertanam (*embedded system*). Jika komputer memiliki CPU, RAM, dan penyimpanan yang terpisah, mikrokontroler menggabungkan semua elemen tersebut ke dalam satu *chip* tunggal. mikrokontroler memiliki kemampuan untuk mengambil data, memproses data secara lokal, dan berkomunikasi secara nirkabel. Mikrokontroler bertindak sebagai jembatan antara dunia fisik dan dunia digital melalui beberapa fungsi utama[17]:

- a. Antarmuka Sensor, menggunakan konverter A/D (Analog-to-Digital) untuk membaca data dari sensor lingkungan.
- b. Pemrosesan Lokal, melakukan tugas komputasi sederhana sebelum data dikirim ke pusat data atau *cloud* untuk menghemat bandwidth.
- c. Komunikasi, mengelola protokol untuk mengirimkan data ke *gateway* melalui Wi-Fi atau Bluetooth.
- d. Aktuasi, mengirimkan perintah ke perangkat fisik (aktuator) untuk melakukan tindakan, seperti menyalakan lampu atau menyalakan buzzer.

Dalam kebutuhan sistem otomatisasi, mikrokontroler modern harus memiliki konsumsi daya yang rendah, berukuran kecil, dan kemampuan untuk program ulang. Karakteristik ini penting agar sistem dapat bertahan lama, sehingga dapat mengubah fungsionalitas secara nirkabel. Sistem tersebut dapat disematkan secara tidak kasat mata dalam kehidupan sehari – hari[18].

Salah satu waiting time yang terlalu lama karyawan yang tidak mengetahui atau lupa dengan pesanan pelanggan, sehingga terjadinya miskomunikasi antara karyawan dengan pelanggan. Sistem ini memberikan setiap meja pelanggan *device* dengan ID yang terhubung pada mikrokontroller melalui WiFi. Perangkat dilengkapi dengan button dan display. Button digunakan sebagai input untuk memberikan pesan bahwa pesanan mereka belum sampai, kemudian display digunakan untuk menampilkan respon dari karyawan seperti “Makanan sedang dimasak” atau “Makanan belum dimasak”.

Device utama atau penerima yang ada pada karyawan dilengkapi dengan mikrokontroller, buzzer, dan button. Mikrokontroller digunakan untuk memproses data input pelanggan. Jika data dari pelanggan masuk, maka *device* akan membunyikan buzzer untuk memberitahu karyawan. Karyawan dapat menekan beberapa button untuk memberikan respon yang akan ditampilkan di display pada *device* pelanggan.

Berikut ini adalah proses implementasinya:

- a. Inisialisasi *Device* Meja Pelanggan: Setiap karyawan diberi *device* yang dipasang di tiap meja.
- b. Communication: *Device* utama pada karyawan telah dikonfigurasi untuk menerima data dari *device* meja pelanggan. *Device* utama melakukan komunikasi dengan *device* pelanggan secara nirkabel.
- c. Action: Jika data yang diberikan pelanggan masuk ke *device* utama, *device* utama akan membunyikan buzzer untuk memberitahu karyawan bahwa terdapat meja yang belum menerima makanan.
- d. Respon: Karyawan dapat memberikan respon seperti Makanan sedang dimasak” atau “Makanan belum dimasak” ke *device* pelanggan melalui display.

3. Solusi 3: Sistem *Queue Detecion* dan Monitoring Jumlah Antrian dan Menggunakan YOLO

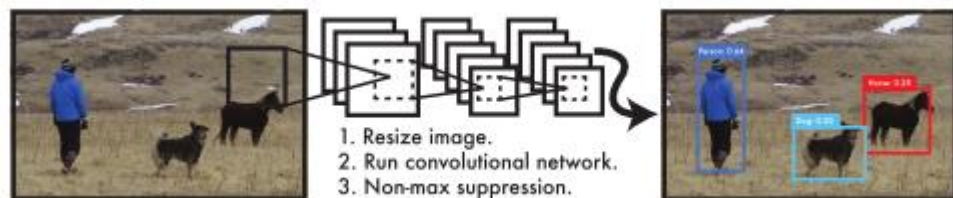
YOLO adalah arsitektur *object detection* berbasis CNN yang cepat dan akurat secara *real-time*. Untuk melakukan deteksi objek, gambar perlu diproses

melalui CNN, yaitu jenis *deep learning* untuk pengolahan citra. CNN berfungsi untuk mengenali apa objek dalam gambar, CNN dapat mengidentifikasi aktivitas karyawan dengan detail. CNN memerlukan data beberapa kelas aktivitas karyawan untuk *training* model tersebut. CNN bekerja dengan mengekstraksi fitur dari gambar melalui beberapa lapisan[18]:

- a. *Convolution layer*, mengaplikasikan filter untuk mendeteksi fitur seperti tepi, pola, tekstur.
- b. *Pooling layer*, mereduksi dimensi fitur, menjaga informasi penting.
- c. *Fully connected layer*, mengklasifikasikan hasil ekstraksi fitur.

YOLO memiliki beberapa prinsip, *Single shot detection*, yaitu seluruh gambar diproses sekali, kemudian langsung menghasilkan lokasi (*bounding box*) dan kelas objek. *Grid system*, yaitu gambar dibagi menjadi *grid*, tiap *grid* memprediksi *bounding box* dikombinasikan dengan *confidence score*. Loss function, yaitu proses menghitung *error* dari prediksi koordinat *bounding box*, *confidence*, dan klasifikasi objek. Rumus *loss function* YOLO memiliki komponen beberapa *error*, yaitu *error* koordinat, ukuran *box*, *confidence score*, dan klasifikasi. Hasil akhirnya berupa *bounding box*, label objek, dan *confidence score*. Untuk menghitung rumus *loss function* YOLO secara umum dapat menggunakan rumus berikut[29]:

$$L = \lambda_{coord} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B 1_{ij}^{obj} \left[(x_i - x^i)^2 + (y_i - y^i)^2 \right] + \dots$$



Gambar 1. 4 Deteksi Objek Menggunakan YOLO

Melakukan monitor jumlah pelanggan saat mengantri bertujuan untuk mencegah antrian berlebih dan mengurangi waiting time. Antrian merupakan sekumpulan pelanggan yang berada dalam area tertentu dan belum

mendapatkan layanan. Sistem monitoring ini berupa kamera yang dipasang di area kasir atau titik pelayanan awal. Agar total antrian didapatkan, sistem perlu mendeteksi pelanggan – pelanggan tersebut terlebih dahulu. Setiap restoran memiliki area antrian dan ambang batas (*threshold*) antrian. Threshold ditentukan berdasarkan kapasitas kasir dan standar pelayanan restoran. Panjang antrian dihitung berdasarkan jumlah individu dalam area antrian dan durasi keberadaan individu. Sistem perlu dilengkapi notifikasi kepada karyawan agar dapat mempercepat pelayanannya.

Berikut ini adalah proses implementasi sistemnya:

- a. Pengambilan gambar dari kamera: Sistem dimulai dengan kamera yang menangkap seluruh area antrian restoran.
- b. Deteksi objek dengan YOLO: Sistem mendeteksi pelanggan yang mengantri, lalu *bounding box* diberikan pada setiap pelanggan yang terdeteksi.
- c. *Processing*: Pada tahap *processing*, algoritma menghitung jumlah pelanggan di area antrian, lalu membandingkannya dengan threshold antrian.
- d. Hasil output: Jika jumlah antrian lebih dari threshold, maka sistem akan memberikan pemberitahuan berupa indikator suara kepada karyawan.
- f. Data Report: Total sistem mendeteksi antrian panjang dan lama waktu antrian akan ditampilkan di *dashboard* berbasis *web* sebagai laporan evaluasi restoran.

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Berdasarkan tiga usulan solusi yang telah ditawarkan sebelumnya, perlu dilakukan analisis untuk menentukan solusi yang akan dipilih untuk membantu restoran dalam meningkatkan pelayanannya. Analisis ini akan menggunakan *House of Quality* untuk membandingkan setiap solusi yang ditawarkan berdasarkan fitur dasar dan fitur tambahan, fitur – fitur dasar dan tambahan telah dijelaskan sebelumnya pada bagian 1.2.1.

Tabel 1. 2 *House of Quality* Pelayanan Restoran

Fitur	Importance Rating	Rating Percentage	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
			Real-Time Monitoring	Computing Performance	Accuracy	Network Connectivity	Detection Capability	Notification capability	Time Tracking	
Konstrain										
Operation Time	5	24%	⊙	⊙		○	⊙	○	⊙	
Low Cost	3	14%	○	○	○	△		○		
Privacy Protection	2	10%	⊙	○	△	○	○		○	
Estetika	3	14%	△					○	△	
Waktu Pengerjaan	5	24%		○	⊙		○		⊙	
User Friendly	3	14%	○			○		⊙		
Jumlah	21	100%								
Importance Rating			56	55	36	33	46	48	59	333
Rating Percentage			17%	17%	11%	10%	14%	14%	18%	100%
Solusi 1: Sistem Monitoring Waiting Time			⊙	⊙	⊙	○	⊙	○	⊙	4,513514
Solusi 2: Actuator Device pada Meja Pelanggan			⊙	○	○	⊙	⊙	⊙	○	4,099099
Solusi 3: Sistem Queue Detecion			⊙	⊙	⊙	○	⊙	⊙	○	4,447447

Pada Tabel 1.2, telah diperlihatkan solusi yang membandingkan pemenuhan kriteria yang dianalisa dengan menggunakan fitur dasar dan fitur tambahan yang telah dijabarkan sebelumnya. Setiap hubungan yang dijabarkan dalam suatu simbol yang merepresentasikan nilai dari hubungan tersebut, yang dijelaskan pada Tabel 1.3.

Fitur *operation time* berhubungan *strong* dengan *real-time monitoring* yang harus dapat bekerja penuh selama waktu operasional. Fitur ini juga memiliki hubungan *strong* dengan *computing performance*, karena performa komputasi yang kuat penting untuk memastikan sistem dapat beroperasi dengan baik selama jam operasional. Fitur ini berhubungan *strong* dengan *time tracking*, untuk memantau *waiting time* pelanggan harus dijalankan selama jam operasional. Fitur ini juga berhubungan *strong* dengan *detection capability*, kemampuan tersebut diperlukan untuk mendeteksi apakah pelanggan sedang menunggu makanan atau tidak. Sementara itu fitur ini memiliki hubungan *fair* dengan *network connectivity* yang harus stabil untuk menjalankan sistem agar komunikasi antara perangkat dapat berjalan lancar. Fitur berhubungan *fair* dengan *notification capability* agar notifikasi dikirimkan kepada karyawan untuk segera menyiapkan pelayanan kepada pelanggan.

Fitur *low cost* memiliki hubungan *fair* dengan *real-time monitoring* karena biaya dalam pemilihan komponen agar proses monitoring berjalan lebih *real-time*. Fitur ini juga memiliki hubungan *fair* dengan *computing performance*, pemilihan unit pemrosesan perlu mempertimbangkan biaya. Fitur ini memiliki hubungan *fair* dengan *accuracy* karena dipengaruhi oleh penggunaan komponen dengan biaya terjangkau. Fitur ini berhubungan *fair* dengan *notification capability*, notifikasi memerlukan tambahan perangkat atau layanan. Selain itu fitur ini berhubungan *weak* dengan *network connectivity*, jaringan yang stabil memerlukan biaya tambahan untuk layanan *provider* internet dan *router*.

Fitur *privacy protection* berhubungan *strong* dengan *real-time monitoring* karena sistem memantau kondisi pelanggan restoran sehingga harus menjaga privasi pelanggan. Fitur ini memiliki hubungan *fair* dengan *computing performance*, *network connectivity*, *detection capability*, dan *time tracking*. Sistem ini perlu menentukan mana data hasil deteksi yang boleh proses dan mana data privasi yang tidak boleh diproses. Sistem perlu memproses data *time tracking* dengan baik, karena kesalahan pemrosesan data dapat berdampak pada keamanan data pelanggan. Sistem juga memerlukan koneksi jaringan yang aman agar data privasi pelanggan tidak disalahgunakan. Selain itu fitur ini berhubungan *weak* dengan *accuracy* karena tidak terlalu berpengaruh untuk menjaga data pelanggan.

Fitur estetika berhubungan *fair* dengan *notification capability*, sistem perlu mempertimbangkan estetika dari visual perangkat atau antarmuka agar dapat dipahami pengguna. Sementara itu fitur ini berhubungan *weak* dengan *real-time monitoring*, karena sistem tidak harus terlalu mempertimbangkan proses monitoring yang tidak terlalu mencolok. Fitur ini juga berhubungan *weak* dengan *time tracking* karena fitur ini dapat ditampilkan dengan visual yang menarik agar pengguna dapat melihat hasilnya dengan lebih baik.

Fitur waktu pengerjaan berhubungan *strong* dengan *accuracy*, karena untuk mendapatkan akurasi yang tinggi memerlukan waktu pengerjaan yang relatif lama untuk pengumpulan data, eksplorasi data, dan membangun model. Fitur ini juga berhubungan *strong* dengan *time tracking* yang menggunakan algoritma stabil perlu dibangun dalam waktu yang tidak sebentar. Sementara itu fitur ini berhubungan *fair*

dengan *computing performance*, meningkatkan performa dapat dilakukan dalam waktu kurang dari 6 bulan dengan mempersiapkan komponen dan model. Fitur ini juga berhubungan *fair* dengan *detection capability*, kemampuan tersebut harus disiapkan lebih awa karena memerlukan komputasi yang kuat dengan algoritma yang sesuai.

Fitur *user friendly* berhubungan *strong* dengan *notification capability* karena notifikasi harus ditampilkan pada pengguna dengan jelas dan transparan, agar karyawan restoran dapat melihat perkembangan pelayanan. Sementara itu fitur ini berhubungan *fair* karena *real-time* monitoring, proses monitoring perlu dijalankan dengan mudah dan dapat dipahami seluruh pengguna. Fitur ini juga berhubungan *fair* dengan *Network connectivity*, karena jaringan yang stabil dapat memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring.

Berdasarkan hasil HOQ, fitur *Computing Performance*, *Real-Time Monitoring*, dan *Time Tracking* menjadi aspek teknis yang paling dominan dalam memenuhi kebutuhan sistem, sehingga solusi sistem monitoring *waiting time* pelanggan dengan algoritma *Deep SORT* menjadi paling optimal untuk diimplementasikan. Berikut perhitungan menggunakan *House of Quality* dari ketiga solusi yang telah ditawarkan terhadap fitur dasar.

1. Solusi 1 = $(5 \cdot 17\%) + (5 \cdot 17\%) + (5 \cdot 11\%) + (3 \cdot 10\%) + (5 \cdot 14\%) + (3 \cdot 14\%) + (5 \cdot 15\%) = 4,51351$
2. Solusi 2 = $(5 \cdot 17\%) + (3 \cdot 17\%) + (3 \cdot 11\%) + (5 \cdot 10\%) + (5 \cdot 14\%) + (5 \cdot 14\%) + (3 \cdot 15\%) = 4,09909$
3. Solusi 3 = $(5 \cdot 17\%) + (5 \cdot 17\%) + (5 \cdot 11\%) + (3 \cdot 10\%) + (5 \cdot 14\%) + (5 \cdot 14\%) + (3 \cdot 15\%) = 4,44744$

Tabel 1. 3 Keterangan Simbol *House of Quality*

Simbol	Nilai	Hubungan
⊙	5	Strong
○	3	Fair

Δ	1	Weak
Kosong	0	No Relation

1.2.4 Solusi yang Dipilih

Berdasarkan analisis HOQ, solusi yang diusulkan untuk meningkatkan kualitas pelayanan restoran adalah “Sistem Monitoring Waiting Time Pelanggan berbasis *Computer Vision* dengan Algoritma Deep SORT”. Sistem ini dirancang untuk memantau durasi waktu tunggu pelanggan secara objektif sejak pelanggan terdeteksi duduk hingga makanan tiba di meja. Dengan memanfaatkan deteksi objek berbasis CNN dan pelacakan objek menggunakan Deep SORT, sistem mampu mempertahankan identitas pelanggan secara konsisten, sehingga perhitungan *waiting time* dapat dilakukan secara akurat. Informasi *waiting time* yang dihasilkan digunakan sebagai indikator kinerja layanan, sekaligus sebagai pemberi notifikasi kepada karyawan ketika terjadi keterlambatan pelayanan, sehingga restoran dapat meningkatkan kepuasan pelanggan.

