

Sistem Pendeteksian Kode QR pada Robot Pengantar Makanan

1st Gebby Novalisza
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

[gebbynovalisza@student.telkomunivers
ity.ac.id](mailto:gebbynovalisza@student.telkomunivers
ity.ac.id)

2nd Erwin Susanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

erwinelektro@telkomuniversity.ac.id

3rd Irham Mulkan Rodiana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

irhammulkan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian dirancang untuk mengembangkan sistem pendeteksian kode QR pada robot pengantar makanan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pengantaran makanan di restoran, kafe, dan/atau kantin. Robot pengantar makanan ini mengintegrasikan teknologi pemindaian kode QR yang ditangkap citranya oleh kamera Logitech Webcam 310 dan dikomputasi menggunakan Mini-PC Jetson Nano Recomputer J1010 Seeed Studio. Adapun algoritma pendeteksian QR menggunakan library OpenCV. Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak maksimal robot mampu mendeteksi kode QR. Dalam pengujian sistem menunjukkan bahwa rata-rata jarak terjauh pendeteksian kode QR adalah sebesar 26,51 cm. Hasil ini menunjukkan kinerja yang memadai dari sistem dalam kondisi uji yang dilakukan. Temuan ini memberikan dasar bagi pengembangan lanjutan dan optimasi sistem pendeteksian QR pada robot pengantar makanan serta potensi aplikasi serupa pada bidang robotika lainnya.

Kata kunci— Kamera, Kode QR, OpenCV, Pendeteksian, Robot pengantar makanan

I. PENDAHULUAN

Memasuki abad 21, robotika menjadi salah satu ranah teknologi yang semakin berkembang dengan masif dan pesat dalam berbagai sektor industri. Salah satunya dalam industri *food and beverages* (F&B) seperti restoran, kafe, dan/atau kantin. Dalam sektor ini, robot digunakan untuk menggantikan pekerjaan pelayanan dalam mengantarkan makanan kepada pelanggan [1]. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan mengingat sistem pengantaran makanan secara konvensional menggunakan tenaga manusia menguras biaya yang besar dari tahun ke tahun, namun tidak sepadan dengan kualitas yang cenderung menurun. Oleh karena itu, robot pengantar makanan menjadi salah satu solusi yang ditawarkan untuk memenuhi tuntutan layanan yang cepat dan tepat. Salah satu hal penting yang menjadi perhatian pada robot pengantar makanan adalah kinerjanya dalam membedakan meja pelanggan satu dengan yang lain.

Kode QR (Quick Response) adalah salah satu metode yang populer digunakan untuk penyimpanan dan akses informasi secara cepat dan efisien [1]. Sehingga integrasi pendeteksian kode QR pada robot pengantar makanan memungkinkan robot untuk mengenali secara otomatis dan

memperoleh informasi yang disediakan pada kode QR dalam membedakan meja pelanggan satu dan lainnya [2].

II. KAJIAN TEORI

Robotika merupakan cabang teknologi yang fokus terhadap desain, pembuatan, serta penggunaan robot. Dalam konteks pengantaran makanan, robot beroperasi secara otomatis mengantar makanan dari dapur ke pelanggan. Untuk mengetahui lokasi meja pelanggan, salah satu metode yang dapat digunakan adalah pendeteksian kode QR [2].

Kode QR

Kode QR (*Quick Response*) adalah jenis kode batang dua dimensi yang menyimpan informasi dalam bentuk matriks titik-titik hitam dan putih [3]. Dalam kehidupan sehari-hari, kode QR seringkali dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas yang melibatkan verifikasi identitas atau lokasi tertentu. Adapun pendeteksian kode QR melibatkan proses membaca dan menafsirkan pola-pola dalam gambar kode QR menggunakan algoritma pemrosesan citra [4].

OpenCV

OpenCv (*Open-Source Computer Vision Library*) adalah pustaka perangkat lunak yang dirancang untuk pemrosesan citra dan visi komputer [5]. Pustaka ini menyediakan berbagai fungsi yang memungkinkan para pengguna untuk menerapkan algoritma yang telah dirancang pada pendeteksian objek, penyaringan sinyal (*filter*), transformasi, segmentasi, dan lain-lain.

Mini-PC Jetson Nano

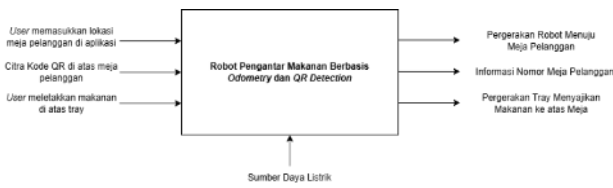
Mini-PC Jetson Nano adalah perangkat keras yang dirancang dan mendukung komputasi yang intensif untuk *computer vision* atau *machine learning*. Perangkat ini menawarkan performa yang tinggi dalam kemampuan pemrosesan paralel sehingga banyak dimanfaatkan dalam bidang robotika yang membutuhkan pengolahan citra secara *real-time* [6].

Algoritma Pendeteksian Kode QR

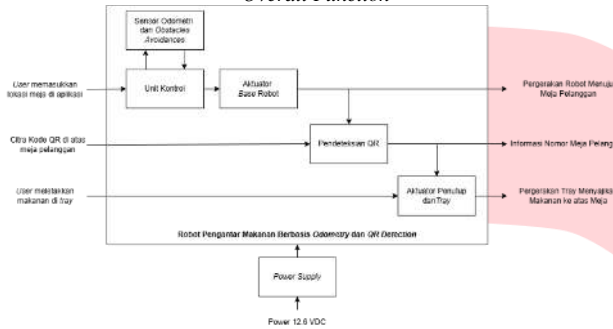
Pada umumnya, algoritma pendeteksian kode QR melibatkan beberapa langkah utama yakni deteksi posisi kode QR dalam gambar, ekstraksi data dari pola kode, dan dekoding informasi yang disimpan. Teknik-teknik ini

mencakup analisis citra untuk menemukan pola yang sesuai dan penggunaan metode koreksi kesalahan untuk memastikan pembacaan yang akurat [1].

III. METODE



GAMBAR 3.1 Overall Function



GAMBAR 3.2 Function Tree

Berdasarkan diagram overall function yang ditunjukkan pada gambar 3.1, robot pengantar makanan memiliki 3 masukan yakni (1) lokasi meja pelanggan, (2) citra kode QR yang berada di atas meja pelanggan serta (3) makanan yang diletakkan di atas tray. Citra kode QR menjadi masukan untuk pendeteksian QR. Proses ini menghasilkan informasi mengenai lokasi meja pelanggan.

A. Diagram Blok

Berdasarkan gambar 3.1 dan 3.2, terlihat bahwa robot pengantar makanan terbagi menjadi 5 sub-sistem yakni (1) unit kontrol, (2) sensor odometri dan obstacles avoidances, (3) aktuator base robot, (4) pendeteksian QR, dan (5) aktuator penutup dan tray. Adapun gambar 3.3 merupakan diagram blok pendeteksian QR beserta tabel 3.1 yang menjelaskan masukan, proses, serta keluaran sub-sistem ini.



GAMBAR 3.3 Diagram Blok Pendeteksian-QR

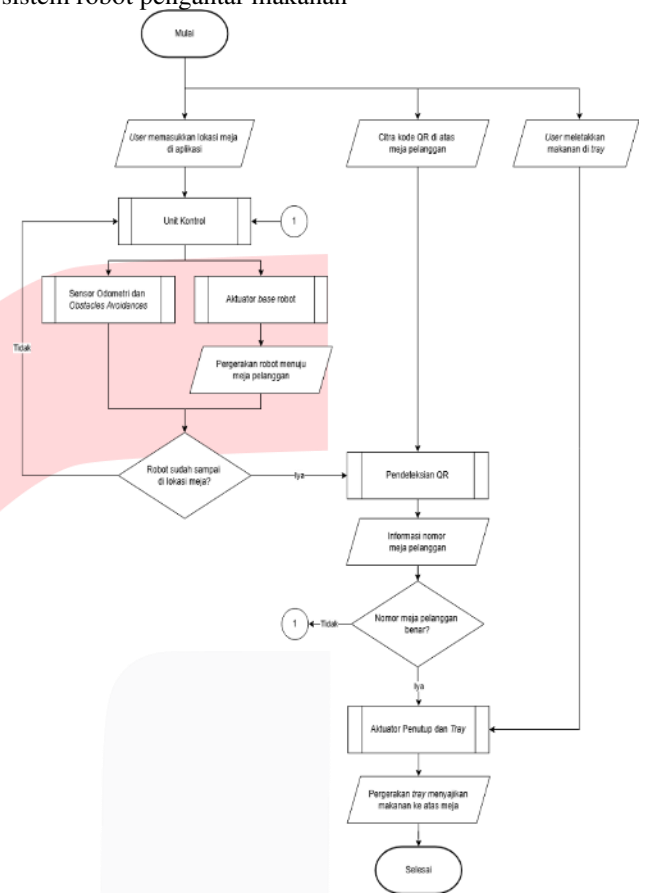
TABEL 3.1 Rincian Diagram Blok Pendeteksian QR

Modul	Kamera dan Mini-PC.
Input	Citra QR di atas meja pelanggan.
Output	Informasi nomor meja pelanggan.
Functionality	Mengidentifikasi apakah meja yang telah dituju sesuai dengan nomor meja pelanggan yang dimasukkan pengguna ke aplikasi.

Setelah robot sampai di titik tujuan, sistem pendeteksian QR mulai beroperasi. Kamera diaktifkan untuk menangkap citra QR. Selanjutnya hasil tangkapannya akan diolah di Mini-PC sehingga akan diperoleh informasi nomor meja pelanggan.

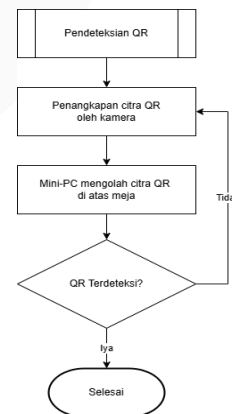
B. Flowchart

Gambar 3.4 menunjukkan diagram alir keseluruhan sistem robot pengantar makanan



GAMBAR 3.4 Flowchart Keseluruhan Sistem

Dalam flowchart tersebut, pendeteksian QR menjadi salah satu pre-defined process yang beroperasi setelah robot sampai pada lokasi meja pelanggan yang dikehendaki.



GAMBAR 3.5 Pre-defined Process Pendeteksian QR

Pada gambar 3.5, langkah pertama yang dilakukan dalam sub-sistem ini adalah penangkapan citra kode QR oleh kamera pada robot. Kemudian, proses komputasi akan

diproses pada Jetson Nano. Proses komputasi terbagi menjadi 5 tahap yakni (1) pra-pemrosesan (*pre-processing*), (2) deteksi kode QR (*QR code detection*), (3) transformasi perspektif (*perspective transformation*), (4) dekoding (*decoding*), serta (5) interpretasi data (*data interpretation*).

Pada tahap pra-pemrosesan, dilakukan proses *grayscale*, *thresholding*, dan reduksi *noise* apabila diperlukan. Selanjutnya memasuki tahap deteksi kode QR, tepi-tepi pada kode QR dideteksi dengan algoritma tertentu misalnya Canny atau Sobel. Lalu, dicari kontur pada gambar biner untuk mengidentifikasi area yang mungkin mengandung kode QR sebelum pola *finder* (tiga kotak kecil di sudut-sudut kode QR) dideteksi. Hal ini bertujuan untuk menentukan posisi dan orientasi kode QR. Dalam tahap transformasi perspektif, koreksi perspektif atau distorsi diterapkan untuk memastikan kode QR dalam bentuk yang sesuai untuk dibaca. Lalu pada tahap dekoding, informasi pada kode QR akan didekode menggunakan algoritma yang sesuai seperti algoritma Reed-Solomon untuk koreksi kesalahan dan penafsiran bit. Terakhir tahap interpretasi data dilakukan untuk mengonversi data mentah yang telah didekode menjadi informasi yang tepat digunakan [7].

Komputasi pada Jetson Nano telah selesai apabila kode QR yang ditampilkan pada terminal dilingkupi dengan *bounding box*. Apabila telah terdeteksi, tunggu beberapa saat sampai proses selesai dan berlanjut ke sub-sistem berikutnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sub-sistem ini, pengujian dilakukan terhadap jarak terjauh pendeteksian kode QR untuk mengetahui jangkauan yang bisa dicapai. Dalam pengujian ini, kode QR dihasilkan melalui program Python dan mengandung interpretasi karakter angka sesuai lokasi meja pelanggan. Kode QR berukuran 5 cm × 5 cm. Idealnya jarak terjauh pendeteksian kode QR tersebut sebesar 25 cm [8].

Gambar 5.1 dan 5.2 menunjukkan langkah pengujian sebelum dan setelah kode QR terdeteksi.



GAMBAR 5.1

Posisi Awal Pendeteksian Kode QR dan Kode QR Belum Terdeteksi



GAMBAR 5.2

Posisi Akhir Pendeteksian Kode QR dan Kode QR Berhasil Terdeteksi

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian jarak terjauh pendeteksian kode QR selama 10 kali percobaan.

TABEL 4.2
Jarak Terjauh Pendeteksian QR

No.	Percobaan Ke-	Jarak Terjauh (cm)
-----	---------------	--------------------

1	1	26,0
2	2	25,8
3	3	25,7
4	4	26,1
5	5	25,9
6	6	26,0
7	7	27,0
8	8	27,5
9	9	27,4
10	10	27,7

Adapun diperoleh bahwa rata-rata jarak terjauh pendeteksian QR sebesar 26,51 cm.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, dapat terlihat bahwa rata-rata jarak pendeteksian kode QR terjauh adalah 26,51 cm. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan jarak terjauh ideal pendeteksian kode QR yakni sebesar 25 cm. Maka dapat disimpulkan bahwa pendeteksian kode QR untuk memperoleh informasi mengenai lokasi meja pelanggan cukup efektif.

Meskipun demikian, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan apabila hendak meningkatkan jarak terjauh pendeteksian kode QR. Hal tersebut antara lain resolusi kamera, tingkat pencahayaan, dan sebagainya.

REFERENSI

- [1] J. J. and H. H., "QR Code Detection and Decoding for Mobile Robots," in *Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2017.
- [2] Y. H. and K. C., "QR Code-Based Food Delivery System using Robots," *Journal of Robotics and Automation*, vol. 34, no. 2, pp. 78-88, 2018.
- [3] Z. L. and W. H., "A new approach for QR code detection and localization based on spatial pattern," *Journal of Computer Vision and Image Understanding*, vol. 138, pp. 58-67, 2015.
- [4] R. Szeliski, "Computer Vision: Algorithms and Applications," *Springer*, 2010.
- [5] OpenCV, "Open Source Computer Vision Library," OpenCv Documentation, [Online]. Available: <https://opencv.org/>.
- [6] NVIDIA Corporation, "NVIDIA Jetson Nano Developer Kit," [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-nano-developer-kit>.
- [7] R. C. Gonzales and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Pearson, 2018.
- [8] ZXing Corporation, "ZXing ("Zebra Crossing") barcode scanning library for Java, Android," 2021. [Online]. Available: <https://github.com/zxing/zxing>.

