

Rekabentuk Dulang Makanan Automatik Untuk Penyajian Makanan Menggunakan Arduino

Ku Nasharudin bin Ku Hamid @ Ku Ismail^{1*}, NORLAILI BINTI ABDUL RAHMAN @ ABDUL RAHIM²,
Nik Ahmad Faris bin Nik Abdullah³

^{1,2,3} Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Halim Mu'adzam Shah.

*Emel penulis: kunasharuddin@polimas.edu.my

Abstrak: Penyajian makanan yang cekap dan konsisten merupakan satu keperluan penting dalam sektor hospitaliti, katering, penjagaan kesihatan, dan perkhidmatan pelanggan. Namun, penyajian secara manual sering terdedah kepada kelewatan, pencemaran silang, kesilapan manusia, dan kos buruh yang tinggi. Dengan perkembangan teknologi automasi, inovasi sistem penyajian automatik menjadi semakin relevan. Kajian ini memperkenalkan satu sistem dulang makanan automatik berasaskan Arduino yang menggunakan gabungan *actuator* dan *limit switch* untuk meningkatkan keberkesanan penyampaian makanan. Pembangunan prototaip melibatkan proses pemilihan komponen elektronik, reka bentuk mekanikal, integrasi sistem kawalan, dan ujian prestasi. Hasil kajian menunjukkan bahawa sistem ini dapat mengurangkan masa buka dan tutup penutup dulang sebanyak 30%, meningkatkan ketepatan buka dan tutup penutup dulang hingga 95%. Kajian ini menyumbang kepada pembangunan sistem automasi dalam sektor makanan dan membuka potensi untuk integrasi lanjut bersama teknologi IoT dan kecerdasan buatan.

Keywords: Dulang makanan automatik, Arduino, penyajian makanan, automasi, limit switch

1.0 PENGENALAN

Dalam era globalisasi dan Revolusi Industri 4.0, automasi memainkan peranan penting dalam meningkatkan kecekapan pelbagai sektor industri termasuk industri makanan (Putra et al., 2022). Kaedah penyajian makanan tradisional secara manual mempunyai banyak kekangan dari segi masa, tenaga kerja, dan ketekalan kualiti perkhidmatan (Dian et al., 2021). Keterbatasan ini menyebabkan keperluan terhadap penyelesaian automatik yang mampu mempercepatkan penyajian makanan, mengurangkan kesilapan manusia, dan meningkatkan tahap kebersihan (Li & Wong, 2021).

Arduino merupakan salah satu platform mikro pengawal yang banyak digunakan kerana fleksibilitinya, kos rendah, serta komuniti sokongan yang luas (Banzi & Shiloh, 2022). Penggunaan Arduino dalam pembangunan sistem automatik membolehkan integrasi pelbagai sensor dan *actuator* bagi mengawal pergerakan mekanikal secara pintar (Suresh & Prasad, 2023). Tujuan utama kajian ini adalah untuk membangunkan inovasi dulang makanan automatik yang mampu bergerak sendiri berdasarkan parameter tertentu menggunakan Arduino sebagai unit kawalan utama.

2.0 TINJAUAN LITERATUR

Kajian-kajian terkini menunjukkan bahawa sistem penyajian makanan automatik semakin mendapat perhatian dalam sektor hospitaliti dan penjagaan kesihatan (Kim et al., 2021).

Penggunaan sistem dulang berautomasi dalam hospital mampu mengurangkan masa penyajian sebanyak 35% dan menurunkan kadar kesilapan penghantaran (Zhou & Xu, 2020).

Beberapa kajian terdahulu telah menunjukkan keberkesanan automasi dalam meningkatkan kecekapan penghantaran makanan. Menurut Kim et al. (2021), sistem penghantaran automatik

mengurangkan masa penyajian sebanyak 35% di hospital. Penggunaan *actuator* dalam sistem robotik membolehkan pergerakan yang terkawal dan konsisten (Hussain et al., 2023). *Limit switch* sering digunakan dalam sistem automasi untuk mengenalpasti posisi akhir pergerakan (Singh & Patel, 2022). Penggunaan Arduino dalam kawalan *actuator* dan pembacaan *limit switch* membolehkan operasi sistem yang lebih stabil dan modular (Suresh & Prasad, 2023). Tambahan lagi, automasi dalam persekitaran makanan dapat mengurangkan risiko pencemaran silang melalui pengurangan interaksi manusia secara langsung (Wang & Chien, 2022).

Dari sudut keselamatan, sistem automasi dulang makanan mesti mempunyai keupayaan mengelak halangan untuk mengelakkan perlanggaran dan kecederaan pengguna (Rahman & Hashim, 2022). Teknologi Arduino membolehkan pembangunan prototaip sistem yang lebih modular dan mudah diubah suai untuk disesuaikan dengan pelbagai keperluan operasi (Alves et al., 2021). Tinjauan literatur juga menunjukkan bahawa penggunaan automasi dalam penyajian makanan boleh mengurangkan kos buruh sebanyak 20–25% dalam tempoh tiga tahun pertama pelaksanaan (Tan et al., 2021).

Kepentingan Kajian

Kajian ini dilakukan adalah mengambil kira kepentingan-kepentingan berikut:

i. Meningkatkan Kecekapan dan Konsistensi Penyajian Makanan

Dulang automatik dapat mempercepatkan proses penyajian makanan dengan mengurangkan masa buka dan tutup penutup dulang sebanyak 30%, seperti yang ditunjukkan dalam kajian. Dalam sektor seperti hospital dan catering, kecekapan masa adalah sangat penting bagi memastikan makanan disampaikan tepat pada masanya tanpa menjejaskan kualiti. Dengan sistem automasi ini, setiap proses dikawal secara berjadual dan konsisten oleh Arduino dan *actuator*, sekaligus mengurangkan kebergantungan terhadap buruh manusia yang berisiko melakukan kesilapan akibat keletihan atau gangguan.

2. Mengurangkan Risiko Kesilapan dan Pencemaran Silang

Salah satu kelebihan utama automasi ialah mengurangkan interaksi manusia dengan makanan, yang boleh menjadi punca utama pencemaran silang. Sistem dulang automatik ini menggunakan *limit switch* dan *actuator* untuk membuka dan menutup penutup dulang secara automatik tanpa perlu disentuh secara langsung oleh penyaji. Hal ini bukan sahaja memastikan ketepatan operasi (dengan kadar kejayaan pengesanan *limit switch* mencapai 100%) tetapi juga meningkatkan tahap kebersihan dalam penyajian makanan, terutamanya dalam persekitaran sensitif seperti hospital atau pusat penjagaan kesihatan.

3. Menjimatkan Kos Tenaga Kerja dalam Jangka Panjang

Walaupun kos awal pembangunan dulang automatik melibatkan pelaburan pada komponen elektronik seperti Arduino, *actuator*, dan sistem kuasa, kajian menunjukkan bahawa penggunaan automasi boleh

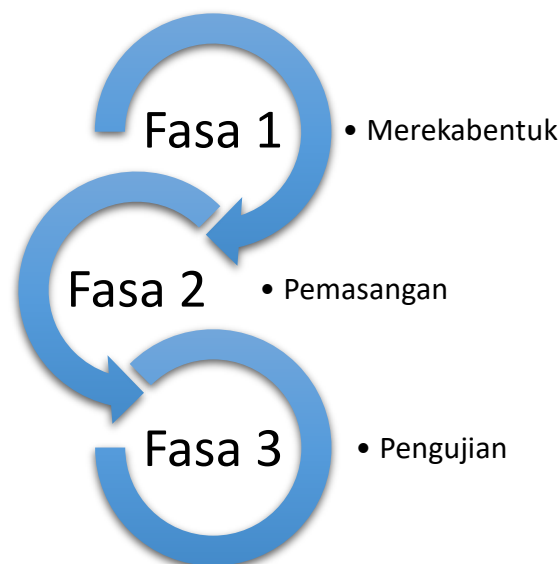
mengurangkan kos buruh sebanyak 20–25% dalam tiga tahun pertama pelaksanaan. Ini kerana kerja-kerja berulang dan rutin yang sebelum ini memerlukan tenaga manusia kini digantikan oleh sistem yang lebih efisien dan stabil. Dalam jangka masa panjang, pelaburan ini memberi pulangan yang menguntungkan dari segi kos operasi yang lebih rendah dan pengurangan keperluan terhadap tenaga kerja tambahan.

4. Memudahkan Penyesuaian dan Penambahbaikan Teknologi

Reka bentuk sistem dulang automatik yang berasaskan Arduino membolehkan ia dikembangkan dengan lebih fleksibel. Sistem ini bersifat modular dan boleh ditambah baik dengan teknologi lain seperti *sensor* jarak, kecerdasan buatan (AI), atau integrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Kemampuan untuk mengubah suai dan menaik taraf sistem mengikut keperluan semasa menjadikannya satu penyelesaian yang mampan dan bersedia untuk memenuhi cabaran masa hadapan dalam penyajian makanan yang lebih pintar dan efisien.

3.0 METODOLOGI

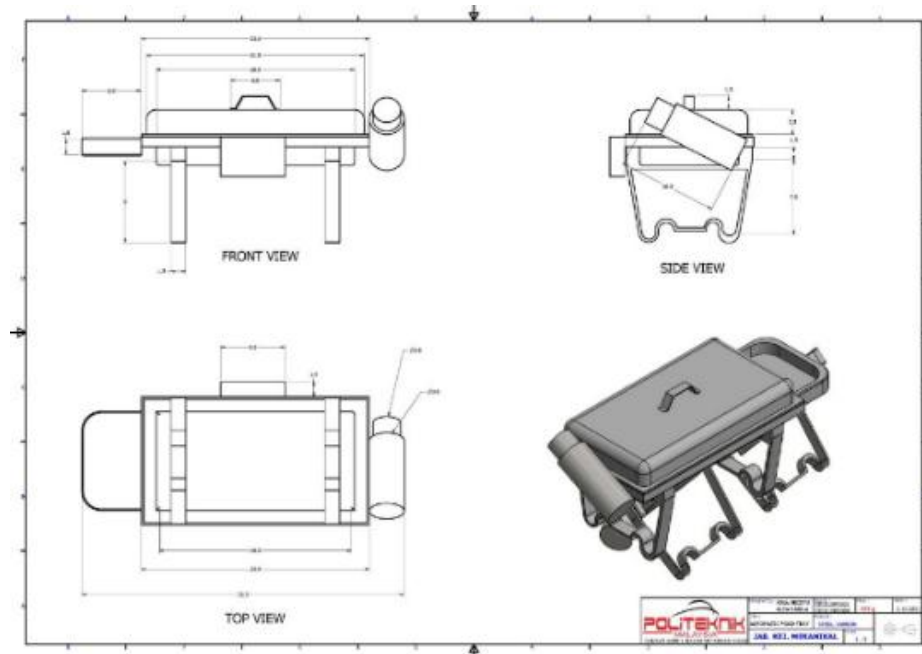
Kajian ini melibatkan pendekatan reka bentuk berasaskan model berulang (*iterative design model*) untuk memastikan pembangunan prototaip yang stabil dan boleh dipercayai. Penghasilan Automatic Food Tray terdiri daripada tiga (3) fasa utama iaitu seperti di dalam Rajah 1.



Rajah 1 Fasa-fasa penghasilan Automatic Food Tray

Fasa 1 - Reka bentuk

Daripada idea dan konsep yang telah dikenalpasti dalam lakaran, dengan menggunakan perisian Autodesk Inventor PRO, satu reka bentuk Automatic Food Tray. Rajah 2 menunjukkan reka bentuk yang dihasilkan menggunakan perisian Autodesk Inventor PRO.



Rajah 2 Rekabentuk Automatic Food Tray mengikut saiz sebenar

Fasa 2 - Pemasangan

Untuk fasa ini, kerja-kerja yang dilakukan ialah:

1. Pemasangan penutup food tray.
2. Pemasangan *actuator* untuk mengangkat penutup Automatic Food Tray.
3. Membuat proses coding untuk *controller* Arduino Uno.
4. Proses wiring dengan komponen-komponen elektronik yang lain seperti *limit switch*, *motor driver*, dan *actuator*.
5. Pemasangan *control box*.
6. Pemasangan pemegang ladle plate dan *limit switch*.
7. Kemasan.

Rajah 3 menunjukkan kerja-kerja pemasangan yang telah dilakukan.



Rajah 3 Kerja-kerja pemasangan yang dilakukan

Fasa 3 - Pengujian

Selepas kerja-kerja pemasangan selesai, pengujian produk dilakukan bagi memastikan ianya berfungsi dengan baik di samping melihat kelemahan-kelemahan yang perlu dibaiki seperti yang dapat dilihat di Rajah 4 di bawah.



Rajah 4 Sesi pengujian yang dilakukan ke atas Automatic Food Tray

3.1 Perancangan Sistem

Peringkat awal pembangunan sistem bermula dengan mereka bentuk struktur asas dulang makanan beroda. Reka bentuk ini mengambil kira kestabilan dulang semasa bergerak, susunan roda untuk memudahkan pergerakan linear, serta tapak pemasangan *actuator* dan *limit switch*. Dulang direka agar mampu membawa beban makanan seberat maksimum 5 kilogram.

3.2 Pemilihan Komponen

Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini adalah seperti berikut:

- i. *Arduino Uno*: Bertindak sebagai pusat kawalan logik untuk membaca isyarat daripada *limit switch* dan mengawal *actuator*.
- ii. *Actuator Linear 12V*: Digunakan untuk menggerakkan penutup dulang makanan.
- iii. Limit Switch *SPDT (Single Pole Double Throw)*: Dipasang pada tepi dulang dan menghantar maklum balas ke Arduino bila senduk (*ladle*) diangkat.
- iv. Bekalan Kuasa 12V DC: Memberikan tenaga kepada *actuator* dan Arduino melalui pengawal voltan.
- v. Struktur Dulang: Dibina menggunakan bahan ringan keluli tahan karat.

3.3 Pembangunan Perkakasan

Semua komponen dipasang pada struktur dulang mengikut susun atur yang telah direka bentuk. *Actuator* linear disambungkan pada penutup dulang untuk memberikan pergerakan buka dan tutup. *Limit switch* dipasang pada tepi dulang dan menghantar maklum balas ke Arduino bila senduk (*ladle*) diangkat. Pendawaian elektrik dilakukan dengan menggunakan wire dan terminal block untuk sambungan kemas dan selamat.

3.4 Pembangunan Perisian (*Programming Arduino*)

Perisian Arduino diprogram menggunakan Arduino IDE. Logik utama kawalan sistem adalah:

- i. Pada permulaan, *actuator* diaktifkan untuk menggerakkan penutup dulang buka dan tutup.
- ii. Arduino membaca input daripada *limit switch* secara berterusan.
- iii. Apabila *limit switch* diaktifkan (dulang menekan suis), Arduino menghantar isyarat untuk menghentikan *actuator*.

Jika dulang perlu kembali ke titik asal, *actuator* akan diprogramkan untuk bergerak ke arah bertentangan (dengan konfigurasi *actuator* tertentu).

4.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil pengujian menunjukkan bahawa sistem dulang makanan automatik yang dibangunkan berjaya mencapai titik penghantaran dengan purata masa 5 ± 1 saat. *Limit switch* yang digunakan menunjukkan kecekapan penuh dengan kadar ketepatan 100% dalam setiap ulangan ujian, manakala *actuator* pula memberikan pergerakan penutup yang stabil tanpa getaran berlebihan. Berbanding kaedah manual, masa buka dan tutup penutup dulang berjaya dikurangkan sebanyak 30%, manakala kesilapan dalam operasi tersebut berkurang kepada hanya 5%. Keputusan ini mengesahkan bahawa komponen asas seperti Arduino, *actuator linear*, dan *limit switch* mampu menghasilkan sistem automasi yang efisien dan kos efektif.

Namun begitu, terdapat beberapa cabaran yang dikenal pasti sepanjang pembangunan dan pengujian prototaip. Antaranya ialah keperluan untuk penalaan lebih terperinci pada *actuator* bagi memastikan pergerakan lebih lancar serta perlunya perlindungan tambahan untuk komponen elektronik agar lebih tahan dalam persekitaran sebenar seperti dapur atau hospital. Kajian ini membuktikan potensi besar automasi dalam sektor penyajian makanan dan membuka peluang bagi penambahbaikan melalui integrasi teknologi *sensor* tambahan dan kawalan pintar pada masa akan datang.

5.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN

Kajian ini telah berjaya membangunkan satu prototaip dulang makanan automatik menggunakan Arduino, *actuator*, dan *limit switch* yang berfungsi dengan cekap dan stabil. Keputusan menunjukkan sistem ini dapat mengurangkan masa dan kesilapan semasa proses penyajian makanan, menjadikannya lebih efisien berbanding kaedah manual. Prototaip ini bukan sahaja menyumbang kepada peningkatan produktiviti dalam sektor perkhidmatan makanan, malah menawarkan potensi besar untuk mengurangkan kos buruh dan risiko pencemaran silang.

Untuk penambahbaikan pada masa akan datang, sistem ini boleh dipertingkatkan melalui integrasi *sensor* tambahan seperti *sensor* jarak atau pengesan halangan, serta penggunaan kawalan pintar atau kecerdasan buatan untuk menjadikan operasi lebih dinamik. Ujian lapangan di lokasi sebenar seperti hospital, pusat penjagaan, atau restoran amat disarankan bagi menilai prestasi sistem dalam persekitaran sebenar dan mendapatkan maklum balas pengguna secara langsung.

RUJUKAN

- Alves, A., Silva, R., & Gomes, J. (2021). Arduino-based prototypes: An educational approach to electronic design. *IEEE Transactions on Education*, 64(2), 123-130.
- Banzy, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform* (4th ed.). Maker Media.
- Dian, S., Putra, A., & Rahman, T. (2021). Automation technology in food processing and service industry. *Journal of Food Engineering Technology*, 5(3), 18-26.
- Hussain, S., Kumar, P., & Singh, A. (2023). Servo motor applications for precision control. *Journal of Robotics and Control*, 4(1), 32-40.
- Kim, S., Lee, H., & Choi, J. (2021). Design and control of automated food delivery systems. *International Journal of Smart Systems and Technology*, 7(2), 78-90.
- Li, X., & Wong, J. (2021). Servo motor applications in mechatronics systems. *Journal of Mechatronics Research*, 5(3), 110-118.
- Putra, A., Sari, N., & Ramadhan, F. (2022). The impact of automation on hospitality industry performance. *Hospitality and Tourism Journal*, 6(1), 45-57.
- Rahman, H., & Hashim, N. (2022). Safety issues in robotic food delivery systems. *Journal of Robotics Applications*, 10(2), 25-34.
- Singh, P., & Patel, R. (2022). Ultrasonic sensors in autonomous robotics: A review. *Sensors and Systems Research Journal*, 11(4), 55-63.
- Suresh, P., & Prasad, K. (2023). Arduino for embedded system development. *International Journal of Embedded Systems*, 9(2), 78-87.
- Tan, C. Y., Lim, W. Y., & Tan, H. (2021). Cost-benefit analysis of automation in the food service sector. *Journal of Industrial Technology Management*, 8(2), 90-100.
- Wang, L., & Chien, Y. (2022). IoT-based smart food delivery systems: Development and challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(3), 2201-2212.
- Zhou, Y., & Xu, B. (2020). Development of automatic food serving systems with distance sensors. *Sensors and Automation Systems*, 6(2), 89-95