

Pembangunan Mesin Pencetak Pelbagai Acuan Pastrri Untuk Kegunaan Industri Kecil dan Sederhana

*Norhasimah binti Habibi*¹, *Siti Salwa binti Samsuri*², *Suzana binti Shafei*³

^{1,2}Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Mu'adzam Shah, ³Institut Pengajian Tinggi Awam, 06000 Jitra, Kedah.

¹norhasimah6778@gmail.com, ² salwa1909@gmail.com, ³ hirosezana7@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to develop a reference compressor capable of producing various types of pastry references. The main objective is to reduce manual labor and increase efficiency in pastry production. Through the integration of the Pneumatic Cylinder Actuator, Solenoid Valve and Programmable Logic Controller (PLC) as the main control system, the machine achieves its intended functionality effectively and facilitates the smooth operation of the machine. The innovative combination of IR Curtain Sensor and Solid-State Relay (SSR) acts as a safety light curtain for any possible safety issues. As a result, the machine successfully achieved its goal of increasing the production of pastry production.

Keywords: *Pressing Machine, Pastry Mold, Pneumatic Actuation, PLC System, Safety Light Curtain*

ABSTRAK

Penyelidikan ini bertujuan untuk membangunkan sebuah pemampat acuan yang mampu menghasilkan pelbagai jenis acuan pastrri. Objektif utama adalah untuk mengurangkan kerja secara manual dan meningkatkan kecekapan pengeluaran pastrri. Melalui integrasi Pneumatik Silinder Aktuator, Solenoid Valve, dan Pengawal Logik Berprogram (PLC) sebagai sistem kawalan utama, mesin mencapai fungsinya dengan berkesan dan memudahkan operasi mesin secara lancar. Gabungan inovatif Sensor Tirai IR dan Relay Pepejal (SSR) berperanan sebagai tirai cahaya keselamatan untuk sebarang isu keselamatan yang mungkin berlaku. Oleh itu, mesin berjaya mencapai matlamatnya untuk meningkatkan pengeluaran produksi pastrri.

Kata Kunci: *Mesin Penekan, Acuan Pastrri, Penggerak, Sistem PLC, Tirai Cahaya Keselamatan*

I. PENDAHULUAN

Industri kecil dan sederhana (IKS) merupakan antara industri yang menjadi penyumbang kepada ekonomi negara. Secara umumnya, IKS ditakrifkan sebagai firma yang mempunyai jualan tahunan tidak melebihi RM20 juta atau bilangan pekerja sepenuh masa tidak melebihi 75 orang [1]. Sebagai contoh, penjualan makanan ringan atau pencuci mulut yang bersaiz kecil yang dihasilkan di tempat yang kecil seperti di dalam rumah mahu pun rumah kedai. Penghasilannya semestinya dalam kuantiti skala yang kecil. Maka dalam era pemodenan kini, teknologi pembuatan makanan juga perlu sentiasa diperbaharui dan diinovasikan agar seiring dengan kemajuan global. Peningkatan kepada penggunaan peralatan yang berteknologi tinggi dapat menjadikan kerja-kerja penghasilan produk lebih mudah dan menjimatkan masa disamping dapat mengekalkan kualiti produk [2]. Biskut Raya dan kuih donat yang merupakan salah satu makanan tradisi yang digemari oleh semua lapisan masyarakat. Maka,

ramai yang mengambil peluang untuk membuat perniagaan yang mana akan mendapat permintaan yang tinggi terutamanya sewaktu hari perayaan hampir menjelang meskipun sewaktu musim Perintah Kawalan Pergerakan (PKP) di era COVID-19 [3]. Namun, para peniaga kecil sering menghadapi masalah sewaktu membuat makanan yang perlu menggunakan kaedah pencetak bentuk manual kerana memerlukan tempoh masa yang lama untuk menyiapkannya. Mereka perlu mengorbankan masa yang lama untuk mencetak satu demi satu sebelum dibakar atau digoreng. Justeru, pengkaji telah mengambil inisiatif membina sebuah mesin yang dinamakan Mesin Pencetak Pelbagai Acuan Pastrri bagi memfokuskan kepada penambahbaikan teknologi dalam bidang pembuatan makanan agar dapat mengurangkan tempoh masa pembuatan dan mengurangkan bilangan tenaga kerja.

II. METODOLOGI

Nik Rahimah et al. telah menyatakan bahawa peningkatan kepada penggunaan peralatan yang berteknologi tinggi menyebabkan kerja-kerja penghasilan produk bakeri lebih mudah dan menjimatkan masa disamping dapat mengekalkan kualiti produk [4]. Dari sini dapat kita lihat bahawa inovasi yang berlaku dalam industri ini amatlah penting kepada para peniaga. Dalam era kemajuan ini, kebanyakan mesin telah diubah bentuk dan ditambah baik fungsinya seterusnya menjadikannya lebih relevan dan juga lebih produktif daripada mesin-mesin sebelum ini seiring dengan peredaran zaman. Permintaan yang sangat tinggi mengakibatkan kesukaran bagi para peniaga untuk menghasilkan produk mereka kerana kekurangan masa dan tenaga. Disebabkan kerja-kerja pencetakan harus dilakukan secara manual, kebanyakan syarikat yang menjalankan perniagaan biskut raya dan juga peniaga donut mempunyai kesukaran dalam bilangan tenaga kerja dan juga penggunaan teknologi. Hal ini dapat kita lihat dari petikan artikel Asnawi Shahar et al. bahawa apabila permintaan produk tinggi di pasaran, kebanyakan pengusaha mengalami kesukaran untuk memenuhi permintaan tersebut disebabkan kapasiti pengeluaran yang rendah dan tiada teknologi yang dapat membantu meningkatkan pengeluaran [5]. Dalam satu artikel UPM oleh Dr. Askiah binti Jamaluddin, iaitu pada 20 Mac 2019 telah berlangsungnya Program Inovasi Industri Asas Tani dengan tema Usahawan dan Mesin Pemprosesan Makanan. Tujuan program ini adalah untuk memberi pengetahuan kepada usahawan pemprosesan makanan tentang kriteria pemilihan mesin yang bersesuaian dengan perusahaan yang dijalankan [6]. Daripada ini, dapat kita lihat bahawa industri pembuatan makanan perlu akan teknologi dan inovasi serta mula untuk berintegrasi dengan solusi yang lebih mampan dan canggih supaya kualiti dan kuantiti sesebuah produk makanan dapat ditingkatkan lagi.

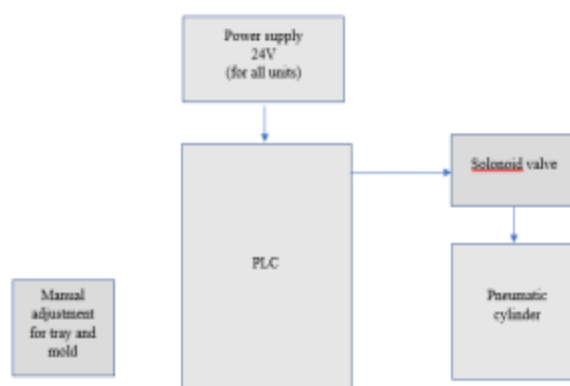
1. Rekabentuk Konsep Mesin Pencetak Acuan Pastrri

Mesin Pencetak Acuan Pastrri menggunakan reka bentuk konsep yang mesra pengguna, dimana cara untuk menggunakan mesin ini direka dengan sangat mudah dan senang untuk para pengguna. Selain itu, mesin ini juga direka dengan reka bentuk yang moden dan juga canggih. Mesin ini mampu untuk mencetak 12 biji biskut raya, atau 6 biji kuih donat. Pemasangan PLC dan juga penggerak (aktuator) juga membantu menjimatkan masa dalam penghasilan kuih-kuih ini. Terdapat beberapa perkara yang perlu difokuskan dalam penghasilan rekaan mesin ini, antaranya dari segi keselamatan dan kebolehpercayaan produk, kriteria dan kekangan yang perlu dipertimbangkan dalam sistem,

pemilihan bahan dan juga kaedah yang sesuai untuk digunakan

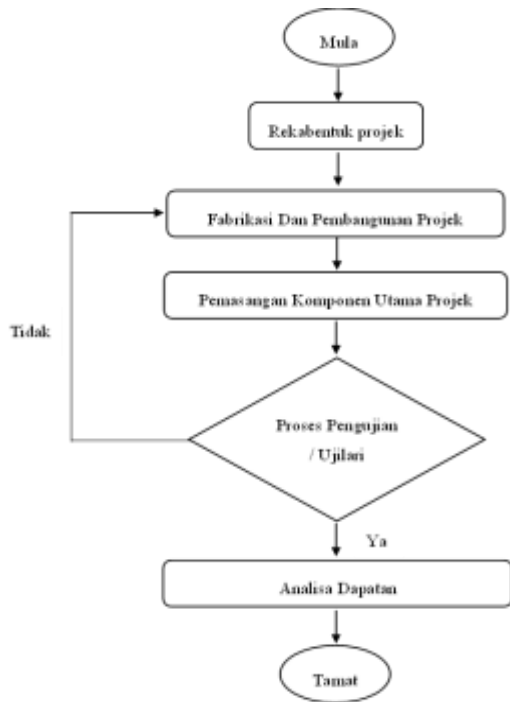
2. Sistem Penggerak dan Kawalan PLC

Teknologi penggerak elektrik (aktuator) adalah salah satu kaedah automasi dan mekanisasi proses pengeluaran yang berkesan. Ia mempunyai banyak kelebihan seperti kelajuan yang tinggi, kecekapan yang tinggi, bersih dan selamat, kos rendah, dan penyelenggaraan yang mudah. Ia digunakan secara meluas dalam industri ringan dan memainkan peranan yang semakin penting dalam proses pembungkusan dan pengeluaran makanan. Ia dapat memendekkan masa pemrosesan tambahan, mengurangkan intensiti pekerja, dan memberikan sepenuh tenaga terhadap prestasi peralatan yang cekap. Kawalan PLC terhadap pneumatik silinder biasanya akan menghantar isyarat kawalan kepada *solenoid valve* yang bertindak mengawal aliran udara ke dalam dan keluar silinder. Beberapa langkah pengaturcaraan PLC terhadap pneumatik adalah yang pertama adalah input signal iaitu PLC akan menerima isyarat input dari pelbagai peranti seperti *sensor* yang mana akan mengesan kedudukan atau keadaan silinder. Program PLC diatur untuk memberi maklumbalas kepada isyarat input dan akan menghasilkan isyarat output yang akan mengendalikan *solenoid valve*. Silinder akan bergerak mengikut tetapan yang telah ditetapkan bersama dengan pemasa. *Output signal* iaitu isyarat output dari PLC digunakan untuk mengendalikan *solenoid valve* sama ada udara keluar atau masuk. Berdasarkan perubahan aliran udara, pneumatik silinder bergerak sesuai dengan keperluan seperti menarik balik atau mengeluarkan semula rod silinder. Gambar di bawah menunjukkan *block diagram* bagi sistem kawalan.



Gambar 1. Block Diagram bagi sistem kawalan

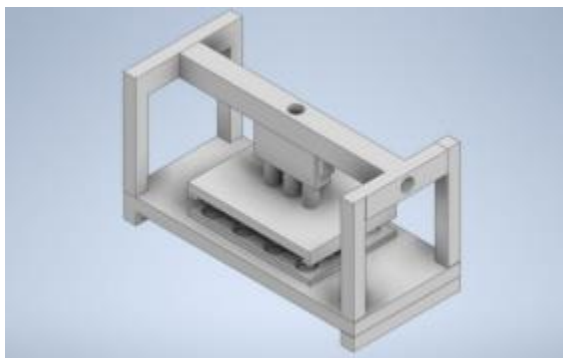
3. Flowchart



Gambar 3. Metodologi Pembangunan Mesin Pencetak

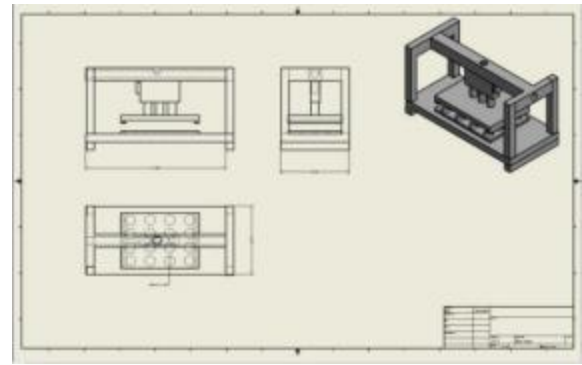
Gambar 3 menunjukkan fasa pembangunan bagi merekabentuk mesin pencetak pelbagai acuan pastrri. Proses Pembangunan ini dilaksanakan melalui beberapa fasa iaitu proses rekabentuk, pembangunan, pengujian dan hasil dapatan.

4. Proses Rekabentuk



Gambar 2. Rekabentuk 3D Akhir

Gambar 2 menunjukkan rekabentuk 3D akhir yang telah dipilih untuk dijadikan asas dan rujukan rekabentuk Mesin Pencetak tersebut.



Gambar 3 : Lukisan Teknikal Mesin Pencetak

Gambar 3 menunjukkan lukisan teknikal dari sudut atas, tepi dan depan bagi Mesin Pencetak yang dibangunkan. Fasa pertama pembangunan adalah dengan membuat lakaran awal rekabentuk projek. Beberapa lakaran dihasilkan bagi memilih rekabentuk yang sesuai. Seterusnya, pemilihan rekabentuk dan lukisan teknikal menggunakan perisian *Autodesk Inventor*.

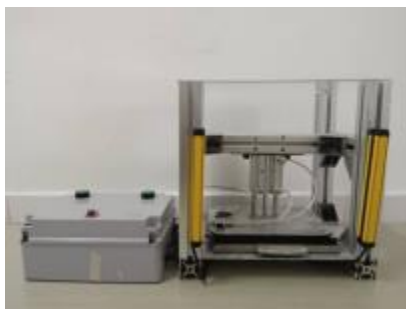
4. Pembangunan Mesin Pencetak Acuan Pastrri



Gambar 4. Proses pengukuran plat



Gambar 5. Pemotongan besi bagi pembinaan kerangka utama



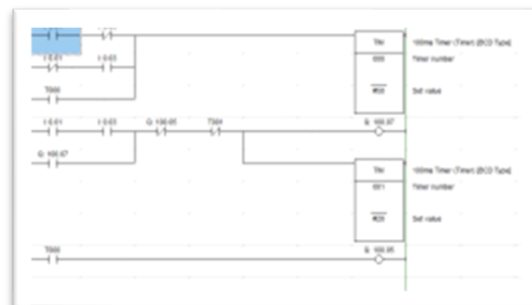
Gambar 6. Kerangka akhir projek

Proses fabrikasi diperlukan dalam menghasilkan kerangka utama. Plat dan bar aluminium perlu diukur mengikut ukuran yang ditetapkan. Setelah diukur dan ditanda, plat dan bar aluminium perlulah dipotong menggunakan pemotong besi seperti gambar Gambar 5 di atas. Selesai pemotongan bahan, struktur reka bentuk yang dilakukan mestilah bersesuaian dengan lukisan kejuruteraan. Untuk memastikan struktur rekabentuk yang kukuh, plat dan bar aluminium dipasangkan *corner fitting* yang menyambungkan kedua-dua bahagian. Skru yang bermata heksagon ini digunakan bagi memasang *corner fitting*. Bahagian mesin yang digunakan untuk menekan menggunakan plat aluminium yang diskru supaya dapat bercantum dan tidak longgar. Setelah proses-proses tersebut dijalankan, pemasangan rangka dimulakan dengan bahagian atas penekan disambungkan kepada penggerak elektrik yang digunakan dalam sistem. Gambar 6 menunjukkan kerangka akhir projek.

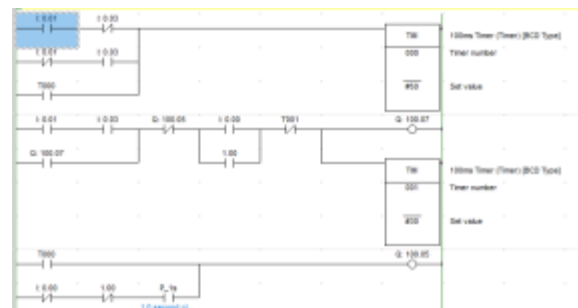
5. Pembangunan Sistem penggerak Dengan Kawalan Sistem Plc

Mesin Pencetak Acuan Pastrri ini menggunakan sistem penggerak pneumatik dan juga sistem PLC. PLC yang digunakan dalam sistem ini bertujuan sebagai pemasa dan juga mengawal pergerakan penggerak. Masa yang ditetapkan adalah 5 saat bagi satu kitarannya. Terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk menghasilkan sistem iaitu dimulai dengan pemasangan litar, penetapan arahan program (*coding*) dan melakukan pengujian. Dalam pemasangan sistem, perkara pertama yang dilakukan ialah penyambungan wayar kepada komponen utama iaitu *power supply*, PLC, SSR, dan juga *solenoid valve*. Sistem ini menggunakan wayar coklat (hidup), biru (neutral), hijau (bumi) dan juga beberapa wayar yang lain. Wayar coklat dan juga biru disambungkan dari *power supply* ke PLC. Beberapa wayar juga telah disambungkan dari coklat dan hijau juga telah disambungkan dari power supply ke *push button* dan lampu amaran. Satu wayar coklat juga telah di sambung dari *power supply* ke SSR iaitu pada port 2(+). Bagi pemasangan sensor pula, disebabkan voltan pada sensor tidak mencukupi, maka SSR telah di pasang

bagi menyamakan voltan iaitu 24V. Wayar coklat disambung pada port 2 (+) memasuki port 3 (+) pada SSR manakala wayar coklat pada port 2 (+) disambung terus pada PLC. Bagi wayar hijau pula, ianya disambung dari port 1(-) dan di sambung pada PLC. Setelah kerja-kerja pemasangan selesai, sistem bagi mesin pencetak ini telah berjaya berfungsi seperti yang diinginkan.



Gambar 7. Program bagi pergerakan silinder



Gambar 8. Program bagi IR curtain sensor

6. Analisa

Selepas penghasilan projek akhir dibuat terdapat dua perbandingan yang dapat dinilai. Antaranya ialah berdasarkan reka bentuk dan sistem. Bagi reka bentuk penghasilannya perlulah menepati permasalahan pengguna di mana projek yang dihasilkan ini boleh mencetak sebanyak 12 biji biskut raya dan 6 biji donut. Berdasarkan reka bentuk ini juga, ianya memudahkan pengguna membawa ke mana sahaja disebabkan oleh reka bentuknya yang kompleks. Projek ini memerlukan sistem kawalan bagi menggerakkan pneumatik silinder tersebut, di mana ia memerlukan punca kuasa bagi mencetak doh. Projek ini menggunakan *Programmable Logic Control (PLC)* di mana ia dapat mengawal pergerakan dan masa yang diinginkan. Sistem ini juga mempunyai ciri keselamatan di mana ia menggunakan *IR Curtain Sensor* untuk mengesan jika terdapat sesuatu

bendasing atau halangan berdekatan dengan mesin.

Kriteria yang dinilai	Mesin Pencetak Acuan Pastrri	Biscuit cookies press maker	Awaken cookies rotary mold machine
Masa	5 saat	1-3 minit	1 minit
Kuantiti terhasil	12 biji	20 biji	525 biji
Sistem kawalan	Semi automatik	Manual	Automatik



Gambar 10. Pergerakan naik acuan

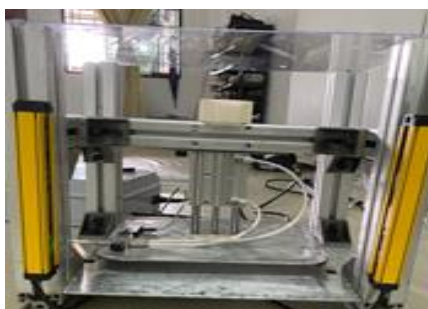
Kriteria yang dinilai	Mesin Pencetak Acuan Pastrri	Donut making mold	Sephora donut machine
Masa	5 saat	1-2 minit	1 minit
Kuantiti terhasil	6 biji	3 biji	4 biji
Sistem kawalan	Semi automatik	Manual	Automatik



Gambar 11. Hasil doh yang dicetak

III. Hasil dan Pembahasan

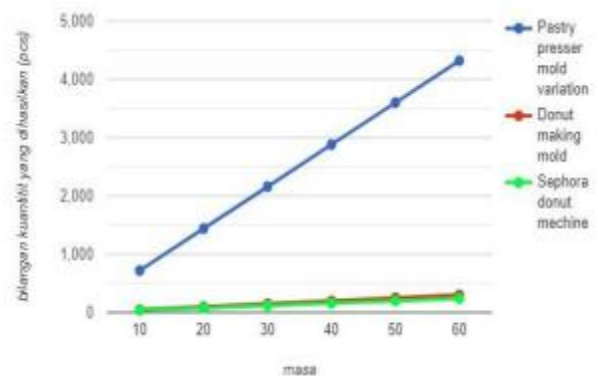
Data dan juga hasil uji kaji lari direkodkan daripada pengujian tersebut dan perbandingan antara produk sedia ada telah dihasilkan. Jadual 1 dan 2 menunjukkan perbandingan antara mesin yang dicipta dari segi masa, kuantiti, dan juga kawalan mesin. Gambar 9 dan 10 menunjukkan mesin telah berjaya turun ke bawah dan naik ke atas manakala Gambar 11 menunjukkan hasil doh yang dicetak.



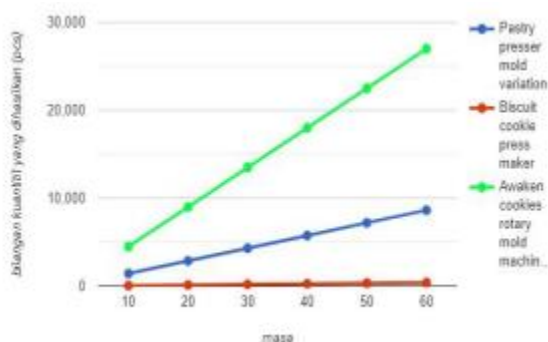
Gambar 9. Pergerakan turun acuan

Jadual 1 Perbandingan mesin donut sedia ada dengan mesin yang dicipta daripada ujikaji lari

Jadual 2 Perbandingan mesin biskut raya sedia ada dengan mesin yang dicipta daripada ujikaji lari



Gambar 12. Graf perbandingan masa melawan kuantiti kuih donut yang dihasilkan



Gambar 13. Graf perbandingan masa melawan kuantiti biskut raya yang dihasilkan

Merujuk graf diatas, Mesin Pencetak Acuan Pastrri mampu mencetak 8640 biskut raya dalam masa 1 jam. Berbeza dengan *Biscuit Cookie Press Maker* yang hanya mampu mencetak kurang dari 1000 biji. *Awaken Cookies Rotary Mould Machine CRM-10* pula, ianya mampu mencetak lebih dari 10 000 biji biskut dalam masa 1 jam namun disebabkan mesin tersebut mempunyai skop operasi yang terlalu besar dan juga kos yang terlalu tinggi menjadikannya kurang digemari oleh para peniaga industri kecil dan sederhana.

Selain itu, jika dinilai dari sistem kawalan, Mesin Pencetak Acuan Pastrri ini berfungsi sebagai semi automatik sistem yang mana memberi kebebasan kepada pengguna atau pekerja mengawal mesin itu sepenuhnya atau membiarkan PLC menjalankan program automasinya sendiri. Hal ini sangat berbeza dengan mesin-mesin yang lain kerana kesemua mesin lain hanya menyediakan satu mod sahaja iaitu sama ada manual atau automatik.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Mesin pencetak Pelbagai Acuan Pastrri berjaya direkabentuk dan dicipta dengan kemampuan untuk menghasilkan kuantiti sebanyak 12 biji kuih dan 6 biji donut. Mesin ini juga berjaya digabungkan dengan pneumatik silinder bagi mencapai objektif kajian. Pelbagai pengujian telah dilakukan untuk mendapatkan hasil data yang dikehendaki dan di akhir pengkajian ini telah terbukti ianya membuahkan hasil. Inovasi mesin ini dapat mencapai objektif kajian yang ditetapkan iaitu berjaya mereka bentuk dan mencipta projek yang dapat menghasilkan 12 biji kuih dan 6 biji donut. Ia juga dapat menjimatkan penggunaan tenaga kerja dan menjimatkan masa. Penetapan masa 5 saat bagi setiap kitaran bertujuan untuk memastikan doh yang dipotong dapat dibentuk dan dipisahkan dengan sempurna. Penggerak jenis pneumatic *Three rods pneumatic cylinder* digunakan agar dapat memberikan tekanan yang serata kepada setiap permukaan doh agar doh dapat dipotong dengan ketepatan saiz dan bentuk yang dikehendaki. Mesin

Pencetak Acuan Pastrri berjaya berfungsi menggunakan sistem kawalan secara semi automatik dengan menggunakan gabungan sistem penggerak (aktuator) dan PLC. Walaupun tiada paparan masa pada mesin ini, namun ianya telah ditetapkan dengan anggaran masa 5 saat selari dengan pergerakan mesin. Segala cara pengujian mesin dilakukan bagi mendapatkan hasil data yang yang dikehendaki dan ianya telah membuahkan hasil. Kesimpulannya, inovasi yang dilakukan pada mesin ini dapat mencapai objektif yang telah ditetapkan iaitu membina satu sistem mesin yang dapat berfungsi sebagai pemampat pelbagai jenis acuan pastrri dalam masa yang singkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Definisi rasmi PKS," SMEinfo Portal, <https://www.smeinfo.com.my/definisi-rasmi-pks/>.
- [2] A. B. Yusof and N. K. Ahmad, "Innovative Technologies in Small-Scale Food Production: A Review," *IEEE Transactions on Food Science and Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 87-94, 2019.
- [3] Z. Zulkiffli, "Tempahan Biskut Raya Meriah Walaupun PKPP [METROTV]," *Harian Metro*, 2021. [Online]. Available: <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2021/04/697091/tempahan-biskut-raya-meriah-walaupun-pkpp-metrotv>. [Accessed: Jun. 28, 2024].
- [4] N. R. N. Omar, R. M. Muhammad, R. Rusli, B. Ahmad, S. Z. Ponari, and N. F. M. Noh, "Penggunaan teknologi dalam industri bakeri di Malaysia," in *Proceedings of the National Conference on Food Engineering and Technology*, 2019, pp. 115.
- [5] A. Shahr, W. M. F. W. Azman, S. A. Azizan, M. S. Azizan, A. A. Rahim, and N. Kasron, "Reka bentuk dan pembangunan alat membentuk kuih peneram," in *Proceedings of the National Conference on Food Engineering and Technology*, 2018, pp. 4.
- [6] Dr. A. B. Jamaluddin, "Program Inovasi Industri Asas Tani: Usahawan dan Mesin Pemprosesan Makanan," Universiti Putra Malaysia, 2019. [Online]. Available: https://vet.upm.edu.my/article/program_inovasi_industri_asas_tani_usahawan_dan_mesin_pemprosesan_makanan-48401. [Accessed: Jun. 28, 2024].
- [7] S. Abdul Wahab, "Peraturan-Peraturan Kebersihan Makanan 2009," Ministry of Health Malaysia, 2009. [Online]. Available: <http://www.myhealth.gov.my/peraturan-peraturan-kebersihan-makanan-2009/>. [Accessed: Jun. 28, 2024].
- [8] N. J. Tongale, N. D. Kamble, S. A. Joshi, S. S. Jadhav, and A. S. Bhisare, "Automatic Stamping Machine Using PLC," in *Proceedings of the International Conference on Industrial Automation and Robotics*, 2022, pp. 105.