

Mereka Bentuk Sistem Kawalan untuk Mesin Eco Cutter

Riduwan Bin Zakaria^{1*}, Mohd Hairol Mizzam Bin Haris², Syaiful Nizam Bin Ab Rahim^{3*}
1,2,3

Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah (POLIMAS),
06000, Jitra, Kedah, Malaysia

*Main Corresponding author: ¹riduwan@polimas.edu.my

*^{3rd} Corresponding author: ³syaifuln@polimas.edu.my

Abstrak : Mesin Eco Cutter adalah satu inovasi yang direka untuk menangani cabaran alam sekitar yang dihadapi oleh plastik botol PET. Mesin Eco Cutter dapat menukar botol PET menjadi jalur plastik dengan cekap. Mesin ini menggunakan proses yang cekap dan mesra alam, menyumbang kepada pengurangan sisa plastik dan menggalakkan ekonomi bulat. Mesin ini dilengkapi dengan mekanisme pemotongan yang mengubah botol PET dengan tepat menjadi jalur plastik seragam. Jalur ini boleh digunakan sebagai bahan mentah untuk pelbagai aplikasi, memajukan pembangunan produk yang mampan. Sebagai contoh, plastik boleh digunakan sebagai bahan untuk membuat filamen pencetakan 3D. Filamen ini boleh digunakan untuk mana-mana mesin cetakan 3D. Alasan mengapa mesin ini dibina adalah kerana terdapat keperluan mendesak untuk mengurangkan kesan buruk pencemaran plastik terhadap alam sekitar. Dengan menukar botol PET menjadi jalur plastik berguna, Mesin Eco Cutter bertujuan untuk mengurangkan permintaan untuk pengeluaran plastik baru, dengan itu mengurangkan impak alam sekitar yang berkaitan dengan pengeluaran plastik tradisional. Dengan pertimbangan yang meningkat berkenaan pencemaran plastik, Mesin Eco Cutter menyediakan penyelesaian yang dapat diadopsi dengan segera, menyumbang kepada masa depan yang lebih mampan. Mesin Eco Cutter adalah serbaguna dan sesuai untuk pelbagai tempat, dari fasiliti kitar semula hingga inisiatif masyarakat skala kecil. Kelenturan ini menjadikannya alat yang berharga untuk usaha tempatan dalam memerangi pencemaran plastik, mempromosikan amalan yang sedar alam sekitar secara global. Ini adalah kritikal untuk integrasi yang berjaya bagi Mesin Eco Cutter ke dalam sistem pengurusan sisa sedia ada. Mesin Eco Cutter mewakili kemajuan penting dalam teknologi kitar semula plastik, menangani aspek pengurusan plastik yang mampan.

Kata kunci : *Thermoforming, Mould, Rapid Prototyping, Inventer software*

1.0 Pengenalan

Setiap tahun, berjuta-juta tan plastik sekali guna telah direkodkan di pusat pelupusan sampah. Ini menunjukkan bahawa pada masa kini isu pencemaran alam sekitar amat membimbangkan dan boleh mengakibatkan kesihatan manusia terancam. Barang plastik guna sekali seperti botol minuman dan tutupnya, pembungkus makanan, beg beli-belah, penutup, straw, pengacau, dan bekas bungkus makanan mudah alih, adalah dibuang dengan serta-merta dan akhirnya berakhir di tempat pelupusan sampah. Ia berbahaya kepada alam sekitar dan kesihatan manusia kerana ia mencemari air kita menyebabkan sumbatan dalam sistem pembetungan dan saliran, yang menyebabkan banjir dan melepaskan pelepasan toksik apabila dibakar (Ignatyev, I. A. *et.al.* 2014 ; S N Ab Rahim, 2018). Oleh kerana kesan buruk plastik ini, pengawalseliaan dalam pengeluaran, pengimportan, dan penggunaan produk plastik sekali guna memainkan peranan besar yang dilalui ke dalam Pelan Hala Tuju Malaysia Ke Arah Sifar Penggunaan Plastik Sekali Guna 2018-2030. Selain itu, pengguna harus digalakkan untuk menggunakan bahan yang boleh digunakan semula, manakala semua plastik sekali guna yang telah beredar hendaklah dikumpulkan, dikitar semula, dan dibuang dengan betul mengikut Peraturan-peraturan Kualiti Alam Sekitar (Sisa Terjadual) 2005. Rajah 1 menunjukkan Tong Botol Plastik.



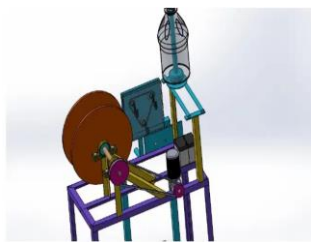
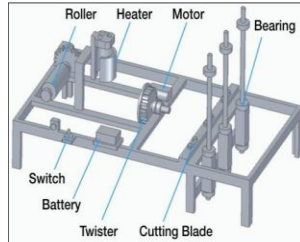
Rajah 1 : Tong Botol Plastik

Objektif kajian adalah bagi mengkaji kesan buruk penggunaan plastik sekali guna terhadap alam sekitar. Selain itu juga, penelitian peranan pengawalseliaan dalam pengeluaran, pengimportan, dan penggunaan produk plastik sekali guna. Matlamat kajian dijalankan adalah untuk mengurangkan penggunaan plastik sekali guna di Malaysia. Ia juga dapat meningkatkan kesedaran pengguna untuk beralih kepada bahan yang boleh digunakan semula.

2.0 Kajian Literatur

Sejarah pemotong botol PET tidak dapat didokumentasi dengan baik, kerana penggunaan pemotong ini lebih untuk tujuan DIY dan kraf berbanding aplikasi industri. Walau bagaimanapun, konsep mengubahsuaan botol plastik menjadi barang yang berguna. Apabila juruteknik Brazil Alfredo Moser mencipta cara menggunakan botol plastik sebagai sumber cahaya di rumahnya. Moser menemui bahawa dengan mengisi botol plastik yang jernih dengan air dan sedikit peluntur, dan kemudian memasukkannya melalui lubang di atap rumahnya, dia boleh mencipta penyelesaian pencahayaan yang murah yang menyerap cahaya matahari dan menerangi bilik itu (LeBlanc, R., 2016 ; S N Ab Rahim, M Z Mahadzir, M A Lajis, 2019).

Jadual 1 : Perbandingan kriteria terhadap kajian terdahulu

Kriteria	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Reka bentuk					
Mekanisme pemotongan	Pisau Besi	Pisau Besi	Galas Bebola	Pisau Besi	Pisau Besi
Sumber Tenaga	Tenaga Manusia	PMDC Motor	PMDC Motor	Tenaga Manusia	Tenaga Kimia (Bateri)
Kemudahan Penggunaan	Mudah	Sangat Mudah	Sangat Mudah	Mudah	Sangat Mudah
Kapasiti	1 botol	2 botol	1 botol	1 botol	3 botol
Saiz	140mm x 25mm	320mm x 285mm	615mm x 315mm	487mm x 350mm	178mm x 152mm
Strip Size	2-3 mm width	3-5 mm width	3-5mm width	10mm	3mm width

2.1 Mekanisma Pemotongan

Pisau Besi dan Galas Berbola adalah dua jenis mekanisme pemotongan yang berbeza, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangan unik mereka sendiri. Berikut adalah perbandingan di antara kedua-duanya:

- i) Ketepatan Pemotongan: Pisau Besi mempunyai hujung yang lebih tajam, yang membolehkan pemotongan yang lebih tepat, terutama apabila memotong bahan-bahan nipis atau sensitif. Ball bearings pula, tidak setajam dan mungkin tidak memberikan tahap ketepatan yang sama ketika memotong.
- ii) Daya Tahan: Pisau Besi boleh menjadi tumpul dari masa ke semasa dan mungkin perlu diasah atau diganti. Ball bearings pula, biasanya lebih tahan lama dan boleh bertahan lebih lama tanpa memerlukan penyelenggaraan.
- iii) Kapasiti Pemotongan: Metal blades terhad oleh saiz dan bentuk mereka, yang boleh menghadkan ketebalan dan jenis bahan yang boleh dipotong. Ball bearings pula, boleh digunakan untuk memotong pelbagai jenis bahan dan tidak terhad oleh saiz atau bentuk mereka.
- iv) Kelajuan Pemotongan: Pisau Besi boleh memotong dengan cepat melalui bahan-bahan, terutama apabila digunakan dengan alat kuasa. Ball bearings pula, mungkin memerlukan lebih banyak masa dan usaha untuk memotong melalui bahan-bahan, kerana mereka bergantung pada tekanan dan daya yang digunakan oleh pengguna (S.N. A Rahim, M.A. Lajis, 2017).

2.2 Kemudahan Penggunaan

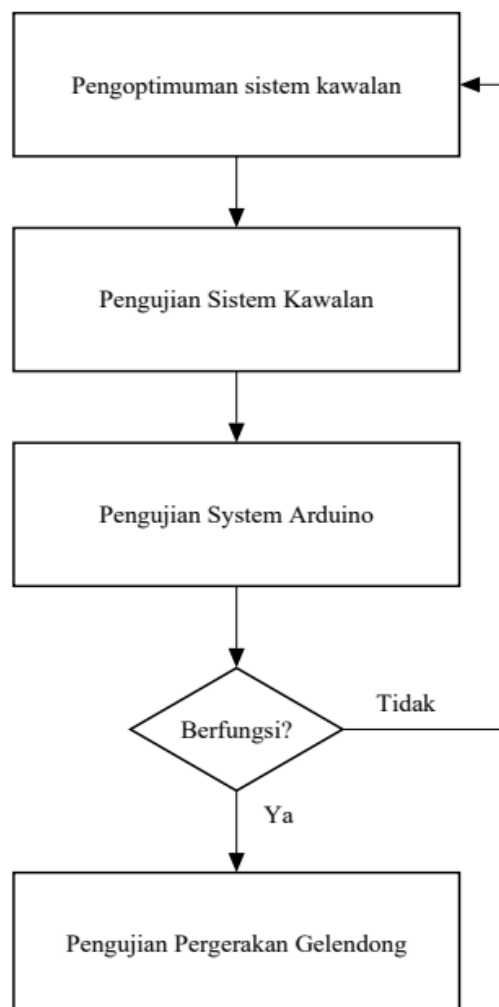
Apabila datang kepada memotong botol plastik, terdapat dua kaedah utama iaitu manual dan separa automatik. Berikut adalah perbandingan kemudahan penggunaan kedua-dua kaedah:

- i) Kaedah Manual : Kaedah manual melibatkan penggunaan pemotong yang digenggam tangan untuk memotong botol plastik menjadi jalur. Kaedah ini mudah dan senang digunakan, kerana ia tidak memerlukan peralatan khas atau latihan khas. Walau bagaimanapun, proses ini mungkin memakan masa, dan jalur yang dihasilkan mungkin tidak konsisten dari segi saiz atau bentuk, bergantung kepada kecekapan pengguna.
- ii) Kaedah Separa Automatik : Kaedah separuh automatik melibatkan penggunaan mesin yang boleh memotong botol plastik menjadi jalur secara automatik. Kaedah ini lebih cepat dan lebih cekap daripada kaedah manual, kerana ia memerlukan usaha dan masa yang lebih sedikit daripada pengguna (S.N. Ab Rahim, M. A. Lajis, 2017). Tambahan pula, jalur yang dihasilkan biasanya

lebih konsisten dari segi saiz dan bentuk, yang mungkin penting untuk beberapa aplikasi. Walau bagaimanapun, kaedah ini memerlukan peralatan khas dan latihan khas untuk digunakan dengan berkesan. Secara keseluruhan, kaedah manual lebih mudah dan senang digunakan, tetapi ia lebih perlahan dan mungkin menghasilkan jalur yang kurang konsisten. Kaedah separa automatik lebih cepat dan lebih cekap, tetapi ia memerlukan peralatan khas dan latihan khas untuk digunakan dengan berkesan. Pilihan antara kedua-dua kaedah bergantung kepada keperluan dan keperluan khusus pengguna.

3.0 Metodologi

Dalam Reka Bentuk Projek, Carta Alir digunakan sebagai raja yang menunjukkan aliran proses, fasa dan Langkah dalam melaksanakan Pembinaan mesin ECO-CUTTER. Rajah 2 menunjukkan Carta Alir Keseluruhan bagi Pembangunan Mesin ECO-CUTTER.

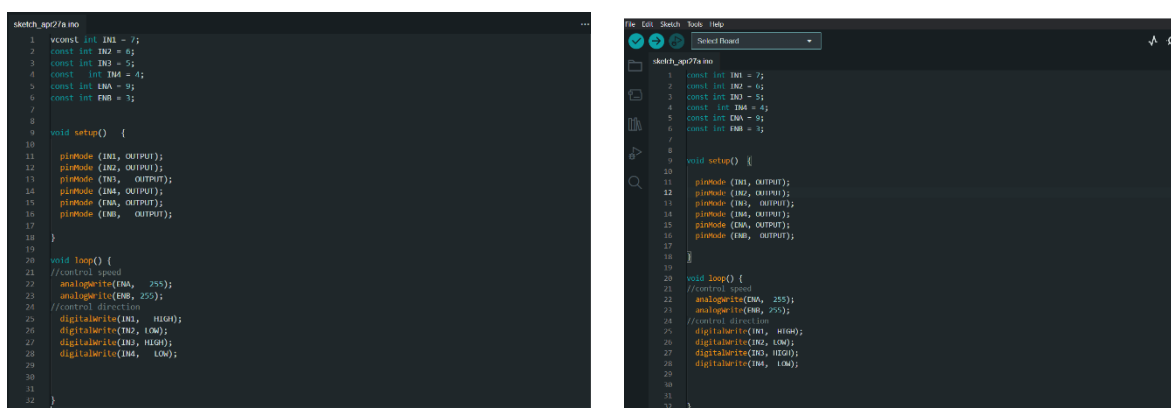


Rajah 2 : Carta alir

Lukisan CAD harus merangkumi struktur mesin, yang termasuk rancangan untuk pangkalan, rangka, dan semua komponen yang membentuk mesin tersebut. Struktur mesin harus kukuh dan dapat menampung mekanisme pemotongan dan botol yang dipotong dengan selamat. Selain itu, mekanisme pemotongan adalah bahagian paling penting dari Mesin ECO-CUTTER. Oleh itu, lukisan CAD harus merangkumi rancangan terperinci mengenai mekanisme pemotongan, termasuk pisau atau gelas bebola. Rancangan untuk mekanisme pemotongan harus dapat memotong botol PET dengan tepat dan efisien (Vairagade, P. *et.al.*, 2021).

4.0 Analisis Data dan Keputusan

Kemasan mesin pemotong botol PET merujuk kepada tekstur permukaan akhir dan penampilan komponen mesin selepas ia diproses dan disiapkan. Kemasan komponen mesin adalah penting kerana ia boleh menjejaskan prestasi, ketahanan dan penampilan keseluruhan mesin. Kemasan mesin pemotong botol PET hendaklah licin dan bebas daripada sebarang kecacatan atau bintik-bintik kasar. Ini amat penting untuk bilah, yang perlu tajam dan tepat untuk memotong botol PET dengan cekap. Selain itu, kemasan hendaklah seragam pada semua komponen mesin, dengan warna dan tekstur yang konsisten. Mana-mana kawasan yang terdedah kepada haus dan lusuh, seperti pemegang bilah pemotong, harus mempunyai kemasan yang keras dan tahan lama untuk mengelakkan kerosakan dan memastikan jangka hayat yang panjang. Kemasan mesin pemotong botol PET hendaklah berkualiti tinggi untuk memastikan prestasi dan kebolehpercayaan yang terbaik (Source, R., 2021).



Rajah 3 : Pengujian Proses dan fungsi bagi Mesin ECO-CUTTER

Penyiapan menghasilkan aturcara program telah dijalankan. Jika pemutar PWM dipusing, Arduino akan memapar maklumat mengenai RPM gear motor pada paparan LCD. Pemasangan sistem kawalan telah selesai. Setiap komponen disusun dengan teliti. Antara komponen dan bahan yang dipasang adalah Arduino Uno R3, PWM, LCD, L298N + H bridge, Wall Power 12 DCV 2A

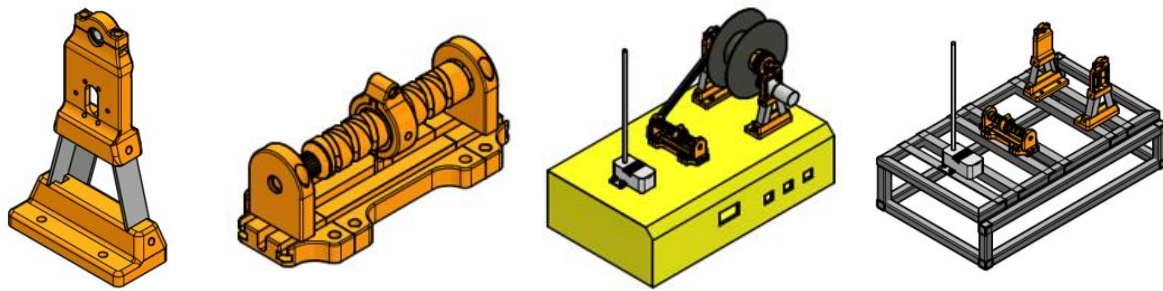
5.0 Hasil dan Perbincangan

Pengujian sistem kawalan bagi mesin ECO CUTTER adalah dalam bentuk ujian kadar kejayaan. Komponen yang mengesan pusingan spooler ialah infrared sensor. Pengujian dilakukan di antara 2 blok hitam untuk mengesan pusingan spooler. Ujian ini telah dijalankan dengan mengambil jalur tali plastik botol PET ke spooler dan menarik tali plastik tersebut dengan pusingkan spooler dari gear yang dipusing oleh DC motor. Terdapat kelajuan pusingan ini akan dibaca sebagai RPM. 4 kelajuan akan digunakan untuk melihat berapa jauh botol akan ditarik mengikut setiap tahap kelajuan. . Hal ini akan membantu pengguna untuk menentukan berapa laju yang diperlukan untuk setiap botol (García Guerrero J, *et.al.* 2021). Sistem ini dikuasai oleh unit bekalan kuasa. Hal ini dikatakan demikian kerana kuasa voltage dapat dihantar dengan stabil supaya spooler dapat berpusing mengikut kelajuan yang consistent. Jadual dibawah menunjukkan hasil dapatan data daripada setiap kelajuan spooler tersebut.

Jadual 2 : Pengujian Panjang Jalur Tali Plastik mengikut kelajuan

Kelajuan (RPM)	Panjang Tali (cm)
1 (30)	40
2 (82)	80
3 (100)	110
4 (170)	197

Proses pembinaan telah berjaya dilaksanakan. Selain itu, data-data yang diperolehi daripada setiap ujian juga telah berjaya dikumpulkan mengikut spesifikasi masing-masing. Hasil kajian menunjukkan bahawa setiap sistem yang digunakan berfungsi dengan baik dan memenuhi skop dan objektif kajian. Tambahan pula, pembinaan sistem ini juga berjaya diwujudkan dan keberkesanan sistem Arduino terhadap komponen yang digunakan juga telah dapat dibuktikan.



Rajah 4 : Rekabentuk akhir model

6.0 Kesimpulan

Merekabentuk perangkap lalat mudah alih bertenaga solar adalah satu inovasi yang berpotensi besar dalam mengawal populasi lalat. Kajian ini menunjukkan bahawa perangkap ini bukan sahaja efektif dari segi operasi, tetapi juga mesra alam dan kos efektif. Cadangan untuk kajian masa depan termasuklah peningkatan reka bentuk untuk menambah baik kecekapan dan pengujian di pelbagai persekitaran untuk memastikan keberkesanan yang konsisten. Kajian literatur menunjukkan bahawa penggunaan tenaga solar dalam perangkap lalat mudah alih adalah satu pendekatan yang berpotensi tinggi untuk mengawal populasi lalat secara mesra alam dan efektif. Reka bentuk yang menggabungkan cahaya UV dan umpan makanan dengan sumber tenaga solar telah menunjukkan keberkesanan yang baik dalam kajian lapangan. Walaupun terdapat cabaran, penambahbaikan dalam teknologi bateri dan reka bentuk perangkap boleh meningkatkan keberkesanan dan keberlanjutan kaedah ini.

Rujukan

- CC Ugoamadi, & Ihesiulor, O. (2011). OPTIMIZATION OF THE DEVELOPMENT OF A PLASTIC RECYCLING MACHINE. *Nigerian Journal of Technology*, 30(3), 67–81.
- Metin, E., Eröztürk, A., & Neyim, C. (2003). Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste Management*, 23(5), 425–432. [https://doi.org/10.1016/s0956-053x\(03\)00070-9](https://doi.org/10.1016/s0956-053x(03)00070-9)
- Rahim, N. H. A., & Khatib, A. N. H. M. (2021). Development of PET bottle shredder reverse vending machine. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 8(74), 24–33. <https://doi.org/10.19101/ijatee.2020.s2762167>
- Awari, G. K., Thorat, C. S., Ambade, V., & Kothari, D. P. (2020). *Additive Manufacturing and 3D Printing Technology Principles and Applications*. Taylor & Francis Group.

- Ennulat, R. D. (1982). *Infrared Sensor Technology : May 4-5, 1982, Arlington, Va.* Internat. Soc. For Optical Engineering.
- García Guerrero, J., Rodríguez Reséndiz, J., Rodríguez Reséndiz, H., Álvarez-Alvarado, J. M., & Rodríguez Abreo, O. (2021). Sustainable Glass Recycling Culture-Based on Semi-Automatic Glass Bottle Cutter Prototype. *Sustainability*, 13(11), 6405. <https://doi.org/10.3390/su13116405>
- Ignatyev, I. A., Thielemans, W., & Vander Beke, B. (2014). Recycling of Polymers: A Review. *ChemSusChem*, 7(6), 1579–1593. <https://doi.org/10.1002/cssc.201300898>
- LeBlanc, R. (2016). *An Overview of Plastic Recycling*. The Balance Small Business; The Balance. <https://www.thebalancesmb.com/an-overview-of-plastic-recycling-4018761>
- MA Lajis, SN Ab Rahim (2017), Effects on Mechanical Properties of Solid Recycled Aluminium 6061 by Extrusion Material Processing, *Key Engineering Materials (Volume 730)*, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.730.317>
- S N Ab Rahim (2018), Effect of Hot Extrusion Parameters of AA6061 Recycle Aluminium Chips, *iCompEx18 Pembentangan Kertas Penyelidikan Akademik*, Publication 2018/2/28
- S N Ab Rahim, M Z Mahadzir, M A Lajis (2019), Surface fracture mode of recycling aluminum 6061 chips by the hot extrusion process, *International Journal of Advanced Research in Engineering Innovation*, Volume 1, Issue 2, Pages 58-64
- S N Ab Rahim, M Z Mahadzir, N A F Nik Abdullah, M A Lajis (2019), Effect of Extrusion Ratio of Recycling Aluminium AA6061 Chips by the Hot Extrusion Process, *International Journal of Advanced Research in Engineering Innovation*
- S.N. A Rahim, M.A. Lajis (2017), Effects on Mechanical Properties of Solid State Recycled Aluminium 6061 by Extrusion Material Processing, 730, 317–320
- S.N. Ab Rahim, M. A. Lajis (2017), Mechanical Properties and Surface Integrity of Recycling Aluminum 6061 by Hot Extrusion Process, *Materials Science Forum (Volume 894)*, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.894.21>
- SINGLE-USE PLASTICS Towards a sustainable future.* (2018). <https://www.mestecc.gov.my/web/wp-content/uploads/2019/03/Malaysia-Roadmap-Towards-Zero-Single-Use-Plastics-2018-20302.pdf>
- Source, R. (2021). *Rope Source: The History of Rope Making*. Rope Source. <https://rope-source.blogspot.com/2014/05/the-history-of-rope-aking.html?fbclid=IwAR1VxHWx->
- Vairagade, P., Bawankar, N., Ingle, A., Shahane, A., Khandekar, T., Dahaghane, S., & Gajbhiye, P. (2021). *Development of Plastic Strip Making Machine Machine for Packaging Industry*. 8. https://ijirt.org/master/publishedpaper/IJIRT151740_PAPER.pdf