

Alat Pengumpul Buah Manggis

Abdul Rasyid Ahmad Riza¹, Ahmad Adzahar Darwis¹, Adam Irfan Mohd Usri¹, Tuan Mohd Hafeez Tuan Ibrahim^{1,2*}, Suhairi Ismail^{1,2}, Mohd Najib Janon^{1,2}, Ghazali Kadis¹

- ¹ Department of Mechanical Engineering, Center for Diploma Studies,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA
² Sustainable Product Development (S-Proud),
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

*Corresponding Author: mohdhafeez@uthm.edu.my
DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2024.05.01.038>

Info Artikel

Serahan: 01 September 2023
Diterima: 10 Disember 2023
Dalam Talian: 31 Januari 2024

Keywords

Mangosteen Fruit, Fruit Picker,
Agriculture, Fruit Collector

Kata Kunci

Buah Manggis, Pemetik Buah,
Pertanian, Pengumpul Buah

Abstract

Malaysia is one of the biggest fruit exporters in the world market. Mangosteen fruit or its scientific name *Garcinia Mangostana* is in high demand from foreign countries such as European countries and China. Mangosteen trees in Malaysia can reach a height of around 5 meters, and trees that have reached maturity, which is 6-12 years, can produce 100 to 3000 fruits per tree. The main problem faced especially by mangosteen orchard operators is the process of picking and collecting mangosteen fruit which is still unproductive. There are various ways and tools that we have researched regarding the process of picking and collecting this mangosteen. Every tool used by farmers and small and medium entrepreneurs has several main problems, namely, not being able to pick a lot of mangosteens at one time, having low mobility, requiring high labor force, causing low productivity rates, and requiring high costs, especially the cost of labor wages. We have produced Mangosteen Collector to overcome that problem. This product can pick a lot of mangosteen fruit at one time while using little energy. In addition, this product does not have a negative impact on the environment. This product is also suitable for use by various ages from children to adults. Finally, this product is proven to save 33% more energy and time than other methods and products.

Abstrak

Malaysia merupakan antara pengesport buah-buah terbesar di dalam pasaran dunia. Buah Manggis atau nama saintifiknya *Garcinia Mangostana* mendapat permintaan yang tinggi dari negara-negara luar seperti negara-negara eropah dan China. Pokok manggis di Malaysia mampu mencapai tinggi sekitar 5 m, dan pokok yang telah mencapai usia matang iaitu 6 hingga 12 tahun mampu menghasilkan buah sebanyak 100 hingga 3000 biji per pokok. Masalah utama yang dihadapi oleh pengusaha kebun manggis khususnya ialah proses pemetikan dan pengumpulan buah manggis yang masih tidak produktif. Terdapat pelbagai cara dan alat yang telah diteliti berkenaan dengan proses pemetikan dan pengumpulan manggis ini. Setiap alat yang digunakan oleh para petani dan pengusaha kecil dan sederhana

memiliki beberapa masalah utama iaitu, tidak dapat memetik buah manggis yang banyak dalam satu masa, memiliki mobiliti yang rendah, memerlukan tenaga buruh yang tinggi, menyebabkan kadar produktiviti rendah, dan memerlukan kos yang tinggi terutamanya kos upah buruh. Alat pengumpul buah manggis telah dihasilkan untuk mengatasi masalah tersebut. Produk ini dapat memetik buah manggis yang banyak dalam satu masa disamping menggunakan tenaga yang sedikit. Selain itu juga, Produk ini tidak memberi kesan yang negatif kepada alam sekitar. Produk ini juga sesuai digunakan oleh pelbagai peringkat umur daripada anak kecil sehingga dewasa. Akhir sekali, produk ini terbukti 33% lebih jimat tenaga dan masa berbanding cara dan produk yang lain.

1. Pengenalan

Malaysia merupakan sebuah negara yang kaya dengan sumber bahan mentah dan mempunyai cuaca yang panas dan lembab sepanjang tahun atas faktor kedudukannya yang berada di atas garisan khatulistiwa itu sendiri. Kesannya, bumi Malaysia yang kaya dengan nutrien menyebabkan pelbagai jenis tumbuhan hutan hujan tropika dan buah-buahan eksotik seperti buah durian, buah rambutan, dan buah manggis. Hal ini telah menyebabkan Malaysia menjadi antara pengesport buah-buahan terbesar di dalam pasaran dunia. Sebagai contoh, buah manggis atau nama saintifiknya *Garcinia Mangostana* mendapat permintaan yang tinggi dari negara-negara luar seperti negaranegara eropah dan China. Pokok manggis di Malaysia mampu mencapai tinggi sekitar 5 m, dan pokok yang telah mencapai usia matang iaitu 6 hingga 12 tahun mampu menghasilkan buah sebanyak 100 hingga 300 biji per pokok [1].

Berdasarkan kajian, sebuah pokok manggis yang subur dan, matang mampu menghasilkan buah sekitar 100 hingga 300 biji buah manggis. Penanaman pokok manggis memerlukan jarak sekurang-kurangnya (7.5 x 7.5) m di antara setiap pokok bagi memastikan tidak berlaku persaingan untuk mendapatkan nutrien daripada tanah dan cahaya matahari. Kawasan sebesar satu hektar mampu memuatkan sekitar 175 pokok manggis [2]. Pada kiraan kasar jika setiap pokok adalah subur dan matang, dengan keluasan tanah sebesar 1 hektar mampu mengeluarkan hasil sekitar 17500 hingga 52500 biji buah manggis dalam satu masa. Kos pengeluaran manggis ialah RM 1781/tahun dengan komponen kos tertinggi ialah upah buruh (62.3%). Selain itu, kebanyakan pokok manggis di Malaysia berusia 25 tahun dan mempunyai sangat sedikit kawasan tanaman baru. Majoriti pengusaha berusia 50 tahun dan mewarisi dusun manggis keluarga [3]. Jika dibandingkan dengan negara maju yang lain, Malaysia agak jauh ketinggalan dalam bidang pertanian walaupun telah membelanjakan jutaan ringgit untuk membangunkan sektor ini. Jadi cara pemetikan dan pengumpulan buah manggis ini amatlah penting lebih-lebih lagi kepada pengusaha-pengusaha kebun manggis.

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, terdapat pelbagai cara dan alat yang digunakan untuk memetik dan mengumpul buah manggis yang telah wujud bahkan masih digunakan sehingga kini. Cara yang biasa dilihat atau lebih dikenali sebagai cara tradisional ialah dengan menggunakan baldi dan tangga dan buluh yang bercabang. Selain itu terdapat juga alat-alat yang dicipta bagi tujuan yang sama seperti Galah Petik Mesta [4], Alat Pemetik Manggis PMA1 [5] dan Galah Automatik (GALAOO) [6].

Kesemua alat ini berfungsi dengan baik namun masih banyak kelemahan yang perlu ditambahbaik. Setiap alat yang digunakan oleh para petani dan pengusaha kecil dan sederhana memiliki beberapa masalah utama iaitu tidak dapat memetik buah manggis yang banyak dalam satu masa, memiliki mobiliti yang rendah, memerlukan tenaga buruh yang tinggi, menyebabkan kadar produktiviti rendah, dan memerlukan kos yang tinggi terutamanya kos upah buruh. Aktiviti melawat kebun manggis yang berhampiran dengan kawasan kolej bersama penyelia juga telah dilakukan bagi mendapatkan gambaran sebenar yang sering dihadapi oleh pengusaha kebun manggis. Rajah 1(a) menunjukkan perjalanan ke pokok manggis di sebuah kebun berdekatan. Rajah 2(b) menunjukkan gambar perbincangan bersama penyelia di kebun manggis.



Rajah 1 (a) Keadaan sebenar di kebun manggis; (b) Perbincangan mengenai pokok manggis

Tujuan utama projek ini adalah untuk menghasilkan sebuah produk yang dapat menyelesaikan setiap masalah semasa proses pemetikan buah manggis. Bagi memastikan tujuan ini tercapai, beberapa objektif telah berjaya disenaraikan. Objektif pertama ialah mengenalpasti masalah yang dihadapi oleh pengguna sasaran, keperluan dan reka bentuk yang sesuai untuk Alat Pemetik Buah Manggis. Objektif seterusnya ialah merekabentuk prototaip untuk alat Pemetik Buah Manggis. Objektif terakhir ialah menganalisis prestasi rekabentuk prototaip, struktur, komponen, fungsi dan kos pembuatan.

Produk yang dihasilkan iaitu alat pengumpul buah manggis berfungsi sebagai alat untuk memetik buah disamping mengumpul buah manggis. Kebanyakan produk yang sedia ada banyak menghabiskan masa dan tenaga diantara proses pemetikan dan pengumpulan. Tambahan lagi, pengguna produk ini dapat menjimatkan masa dan tenaga apabila menggunakannya kerana buah yang dipetik akan terus masuk ke dalam bekas pengumpulan. Semua penciptaan semula mesin yang telah dinyatakan sebelum ini telah membuktikan bahawa projek ini telah bertambah baik dengan cara yang berbeza. Tujuan utama penghasilan alat ini adalah untuk menghasilkan pemetik dan pengumpul buah manggis yang boleh memetik dan mengumpul buah manggis secara serentak. Buah-buah manggis yang berada dicelah dahan tidak terkecuali dalam penggunaan produk ini. Produk ini dijangkakan dapat menjimatkan masa dan tenaga penggunaannya.

Tatanama
<i>v</i> Halaju
<i>P</i> Tekanan
<i>F</i> Daya hentakan

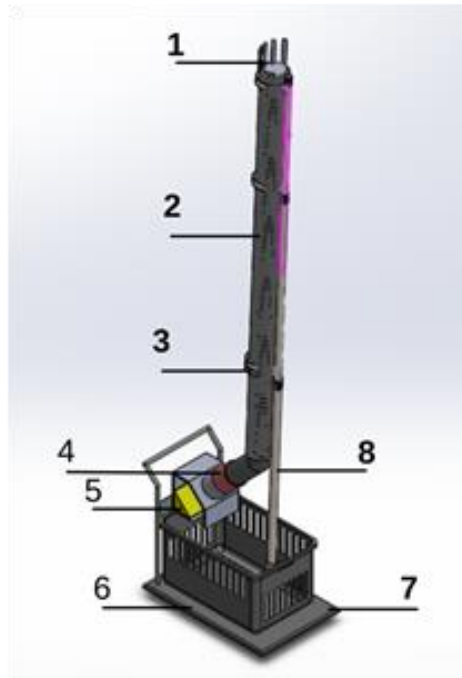
2. Bahan dan Metodologi

Bahan dan metodologi adalah aspek penting dalam proses penghasilan sesuatu projek. Ianya bertindak sebagai panduan dalam keputusan yang dibuat supaya perjalanannya lebih sistematik.

2.1 Bahan

Bahan merupakan salah satu aspek yang penting dalam sesuatu pembuatan produk. Hal ini kerana bahan dapat mempengaruhi ciri-ciri fizikal produk serta dapat mempengaruhi prestasi dan fungsi sesebuah bahagian.

Rajah 2 menunjukkan lukisan akhir produk yang telah dilukis menggunakan perisian SolidWorks dan telah dilabelkan. Berdasarkan Rajah 3, bahagian (1) merupakan pemetik buah manggis. Bahagian (2) pula adalah saluran buah. Bahagian (3) merupakan penyambung hos dan batang. Manakala bahagian (4) adalah gandingan. Bahagian (5) adalah penerima. Bahagian (6) merupakan bakul pengumpulan. Bahagian yang paling bawah iaitu bahagian (7) merupakan troli dan bahagian terakhir iaitu bahagian (8) adalah batang boleh laras.



Rajah 2 Lukisan akhir alat pengumpul buah manggis

Jadual 1 Senarai bahagian beserta jenis bahan dan fungsi

Bil	Bahagian	Bahan	Fungsi
1	Pemetik	Strip keluli	Memetik buah dan memastikan buah jatuh kedalam hos
2	Hos	<i>Aluminium Ducting Hose</i>	Bertindak sebagai saluran buah ke bahagian penerima bagi memastikan buah sentiasa berada dalam keadaan yang selamat
3	Penyambung hos dan batang	Paip PVC, Pemegang rod	Bertindak sebagai penyambung hos dan batang
4	Gandingan	Paip PVC, Paip PVC (<i>Coupling</i>)	Untuk menyambungkan hos kepada bahagian penerima
5	Penerima	Plat besi, Span	Menerima impak dari buah dan apabila buah jatuh di atas span halaju buah akan dikurangkan sebelum buah jatuh kedalam bakul pengumpulan
6	Bakul pengumpulan	Bakul plastik	Bertindak sebagai tempat mengumpulkan buah yang telah dipetik
7	Troli	<i>Folding platform trolley</i>	Digunakan untuk memindahkan alat dan bakul dengan mudah
8	Batang	Rod boleh laras	Digunakan untuk mengarahkan alat/pemetik ke buah manggis

Sebelum menentukan jenis bahan dan ukurannya, kita seharusnya meneliti fungsi bahagian tersebut agar ukuran dan jenis bahan yang hendak digunakan dapat dioptimalkan. Setiap bahagian mempunyai kepentingannya yang tersendiri. Bahan pada Jadual 1 dipilih berdasarkan kesesuaian, keupayaannya, kelebihan dari segi kos dan mudah didapati.

2.2 Prinsip Kerja

Setiap alat mahupun mesin mempunyai prinsip kerja yang menerangkan tentang bagaimana sesuatu alat bertindak apabila digunakan dan bagaimana sesuatu alat tersebut perlu digunakan. Buah manggis yang dipetik menggunakan alat ini akan melalui 4 fasa.

Jadual 2 Prinsip kerja alat pengumpul buah manggis

Fasa	Prinsip kerja
1	Pada fasa ini, buah yang dipetik menggunakan kepingan kecil keluli yang dipasang pada hujung hos dan akan masuk kedalam lubang hos
2	Pada fasa yang seterusnya, buah manggis yang masuk kedalam hos akan terus jatuh mengikut saluran yang telah disediakan kedalam bahagian penerima
3	Penerima yang bertindak sebagai penyerap halaju akan menerima buah yang telah disalurkan dan buah akan mengalami pengurangan halaju disebabkan buah jatuh diatas span yang telah disediakan
4	Buah yang berjaya melalui 3 fasa sebelum ini akan dikumpulkan ke dalam bakul penyimpanan

Jadual 2 menunjukkan aturan prinsip kerja alat pengumpul buah manggis. Melalui langkah-langkah kerja ini, proses pengumpulan buah manggis akan lebih sistematik sekaligus mencapai tujuan penciptaan alat ini.

Rajah 3(a) menunjukkan gambaran buah manggis yang telah dipetik dan melanggar receiver. Pada peringkat ini, halaju buah manggis telah dikurangkan akibat daripada penyerapan tenaga yang dihasilkan oleh span. Dengan ini, buah yang mengalami kekurangan halaju tersebut dapat masuk ke dalam bakul tanpa mengalami sebarang lebam dan kerosakan. Rajah 3(b) menunjukkan keadaan buah yang baik setelah dipetik. Hal ini menunjukkan bahawa jika buah jatuh kedalam bahagian penerima, kadar kerosakan buah akan dijamin berkurangan dan dalam masa yang sama tenaga dan juga masa dapat dijimatkan.



(a)



(b)

Rajah 3 (a) Buah manggis yang dipetik menghentam span pada penerima; (b) Keadaan buah manggis baik selepas dipetik

3. Keputusan dan Perbincangan

3.1 Keputusan

Prototaip telah diuji bagi mendapatkan data untuk penilaian antara alat pemetik buah sedia ada dengan alat pengumpul buah manggis.

Jadual 3 Jumlah biji buah dikutip dalam masa 30 minit

Kaedah Memetik	Bahagian					Purata Biji Buah
	Proses 1	Proses 2	Proses 3	Proses 4	Proses 5	
Alat Sedia ada	220	240	260	200	280	240
Alat Pengumpul Manggis	350	360	340	380	370	360

Jadual 3 di atas menunjukkan jumlah buah manggis yang dipetik menggunakan alat sedia ada dengan alat pengumpul buah manggis. Berdasarkan jadual, jumlah kutipan terendah adalah sebanyak 33 biji buah iaitu pada ujian ketiga dan ujian keempat dengan menggunakan alat sedia ada. Manakala, kutipan tertinggi adalah sebanyak 63 biji pada ujian keempat dengan menggunakan alat pengumpul buah manggis. Seterusnya, purata jumlah buah yang mampu dipetik dalam masa 5 minit bagi alat sedia ada adalah sebanyak 38 buah manggis manakala bagi alat pengumpul buah manggis pula adalah sebanyak 60 buah manggis per 5 minit. Kesimpulannya, hasil kajian menunjukkan bahawa alat pengumpul buah manggis mampu memetik lebih banyak buah manggis dalam masa yang singkat dan merupakan tanda bahawa alat pengumpul buah manggis ini mampu meningkatkan produktiviti pemetikan buah. Seterusnya, ujian penilaian juga telah dilakukan dengan membuat perbandingan dari beberapa faktor yang diketengahkan semasa pembuatan projek.

Jadual 4 Penilaian perbandingan alat

Nilai	Tahap prestasi
1	Amat lemah
2	Lemah
3	Sederhana
4	Baik
5	Amat baik

Kriteria	Alat sedia ada	Alat pengumpul buah manggis
Produktiviti	2	5
Kecekapan	3	4
Penyerap hentakan	1	4
Kos	5	3
Mudah disimpan	4	3

Jadual 4 menunjukkan data yang diperolehi daripada responden, bermula dengan kriteria produktiviti di mana produktiviti alat sedia ada adalah mengecewakan manakala alat pemetik buah manggis mendapat penilaian sangat memuaskan. Hal ini kerana, alat pemetik sedia ada memerlukan masa yang panjang untuk melengkapkan satu kitaran proses pemetikan manakala alat pengumpul buah manggis memerlukan masa yang singkat untuk satu kitaran pemetikan. Seterusnya, bagi kriteria kecekapan alat sedia ada mendapat penilaian neutral manakala alat pengumpul buah manggis mendapat penilaian memuaskan. Hal ini kerana, ujian kecekapan telah membuktikan buah manggis dapat dikumpul lebih banyak dengan menggunakan alat pengumpul buah manggis jika dibandingkan dengan alat sedia ada.

Selain itu, dari segi komponen penyerap hentakan alat pemetik sedia ada mendapat penilaian sangat mengecewakan manakala alat pengumpul buah manggis mendapat penilaian memuaskan. Hal ini kerana, alat pemetik sedia ada tiada komponen yang mampu menyerap hentakan yang terhasil daripada buah manggis yang dipetik manakala alat pengumpul buah manggis dapat mengurangkan daya hentakan tersebut pada bahagian penerima.

Seterusnya, penilaian bagi kriteria kos untuk alat sedia ada adalah sangat memuaskan manakala alat pengumpul buah manggis mendapat penilaian neutral. Hal ini kerana, alat sedia ada hanya menggunakan batang kayu atau buluh yang disambung dengan botol plastik yang dipotong dua secara menjarar dan alat pengumpul buah manggis ini memerlukan hos, rod, plat besi dan cangkuk untuk menjadikan alat ini sebuah alat yang berfungsi. Akhir sekali, dari segi kriteria ruang yang diperlukan untuk menyimpan alat sedia ada ialah ditahap memuaskan manakala untuk alat pengumpul buah manggis pula adalah ditahap neutral. Hal ini kerana, alat yang sedia ada dapat 35 disimpan dimana-mana sahaja kerana saiznya yang kecil manakala alat pemetik buah manggis ini memerlukan ruang penyimpanan yang sedikit besar untuk memastikan setiap komponen alat berada dalam performansi terbaik apabila digunakan oleh para pekebun.

3.2 Perbincangan

Selain daripada menguji bilangan buah manggis yang dapat dikumpul dalam masa tertentu, pengiraan bagi mengetahui jumlah daya hentakan yang terhasil daripada buah manggis terhadap penerima juga telah dilakukan.

Data yang diperoleh:

Berat buah manggis	= 58 g
Diameter buah manggis	= 4.59 cm
Daya graviti	= $9.81 \frac{m}{s^2}$
Tinggi yang dikaji	= 3 m

Rumus yang digunakan:

$$mgh + 0 = 0 + 0.5(m)v^2 \quad (1)$$

$$P = mv \quad (2)$$

$$U(\text{elastic}) = \frac{1}{2} \sigma \epsilon AL$$

$$\text{Di mana, } \sigma = \frac{F}{A}$$

$$\text{dan, } mg(h + eL) = \frac{1}{2} \sigma \epsilon AL \quad (3)$$

Setelah memasukkan nilai yang ada iaitu berat, pecutan gravity dan tinggi ke dalam Rumus 1 [7], nilai halaju dapat dicari iaitu;

$$(0.058)(9.81)(3) = 0.5(0.058)v^2$$

$$v = 7.672 \frac{m}{s}$$

Setelah berjaya mendapatkan nilai halaju, nilai tersebut digunakan untuk mencari tekanan dengan menggunakan Rumus 2 [7].

$$P = (0.058)(7.672)$$

$$P = 0.445 \frac{kgm}{s}$$

Kemudian nilai daya hentakan boleh dicari menggunakan Rumus 3 [8].

$$F = 43.81N$$

4. Kesimpulan

Projek Pembangunan dan rekabentuk prototaip alat pengumpul buah manggis ini pada keseluruhannya dapat membantu petani kecil dan sederhana terutamanya dalam bidang pertanian manggis dengan merekabentuk sebuah alat yang dapat meningkatkan produktiviti, meningkatkan kecekapan, dan memiliki penyerap hentakan. Alat ini terdiri daripada 4 bahagian iaitu rod, hos, badan, dan penerima. Setiap bahagian memiliki fungsi tertentu dalam usaha membantu para petani kecil dan sederhana untuk meningkatkan kadar produktiviti semasa proses memetik dan memunggah buah manggis. Selain itu, rekabentuk alat yang ergonomik ini dapat mengurangkan risiko kemalangan di dusun. Secara keseluruhannya, alat ini sangat efisien dan produktif dalam melakukan proses pemetikan dan pengumpulan buah manggis. Projek ini juga berjaya mencapai kesemua objektif yang telah disasarkan.

Walaupun bagaimanapun, alat pengumpul buah manggis ini masih boleh ditambahbaik dengan menggunakan hos yang lebih praktikal seperti hos yang diperbuat daripada kain. Selain itu, alat ini dapat digunakan secara optimum dengan membuat slot di bahagian penerima dengan badan troli secara tidak langsung dapat menjadikan alat ini mudah disimpan dalam ruang yang terhad atau kecil. Bahagian ini juga boleh ditambahbaik dengan membuatnya boleh dipasang dan dibuka dengan mudah. Apabila bahagian ini mudah untuk dibuka dan disimpan, pengguna boleh memasangnya kepada alat-alat pengumpulan yang lain selain troli seperti kereta sorong dan baldi.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang telah diberikan.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **idea awal dan konsep reka bentuk:** Tuan Mohd Hafeez Tuan Ibrahim, Suhairi Ismail; **proses reka bentuk menggunakan perisian solidworks:** Abdul Rasyid Ahmad Riza, Mohd Najib Janon; **proses fabrikasi:** Ahmad Adzahar Darwis, Adam Irfan Mohd Usri, Ghazali Kadis; **analisis dan penyediaan draf manuskrip:** Abdul Rasyid Ahmad Riza, Ahmad Adzahar Darwis, Adam Irfan Mohd Usri, Tuan Mohd Hafeez Tuan Ibrahim.

Rujukan

- [1] Akmal Masri, M. (1996). Phase change in mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) and its relationship to tree size and vigour. *MARDI Research Journal*, 24, 27-30.
- [2] Chandler M. A. Hosnan. "Manggis." *Anem Agro Technology*. 2013. <http://animhosnan.blogspot.com/2010/06/manggis.html> (accessed: Jan. 24, 2020).
- [3] R. Abu Dardak. "Cabaran dan Prospek Industri Manggis di Malaysia." *Economic and Technology Management Review*. 2011. [http://etmr.mardi.gov.my/Content/ETMR%20Vol.%206%20\(2011\)/Rozhan.pdf](http://etmr.mardi.gov.my/Content/ETMR%20Vol.%206%20(2011)/Rozhan.pdf) (accessed: Jan. 24, 2020).
- [4] M. A. Hosnan. "GALAH PETIK MESTA." *Anem Agro Technology*. Jul. 30, 2019. <http://animhosnan.blogspot.com/2019/07/galah-petik-mesta-praktikal.html> (accessed: 2022).
- [5] J. Johari. "Alat Pemetik Buah Manggis PMA1." *MARDI*. Dec. 19, 2012. <http://ebuletin.mardi.gov.my/index.php/arkib/64-2012/bil-1-2012/250-2012-01-15> (accessed: 2022).
- [6] A. Ul-Haq Muzakkir. "Galah Pemetik Automatik (GALAOO)." *Library of IPB University*. 2020. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/73717> (accessed: Dec. 14, 2022).
- [7] N. Conaway. "KINETIC AND POTENTIAL ENERGY." *Study.com*. 2021. <https://study.com/learn/lesson/change-kinetic-energy-formula-examples>. (accessed: 2023).
- [8] B. Chesnutt. "Elastic Potential Energy." *Study.com*. Sep. 20, 2021. <https://study.com/learn/lesson/elastic-potential-energy-formula-equation>. (accessed: 2023).