

# Implementasi Mesin Pengeruk Isi Buah Markisa berbasis Mikrokontroler dan Elektro Pneumatik

## *Implementation of Passion Fruit Filling Machine based on Microcontroller and Electro-Pneumatics*

<sup>1</sup>Sitti Wetenriajeng Sidehabi<sup>\*</sup>), <sup>1</sup>Zainal Akbar, <sup>1</sup>Julianti Habibuddin & <sup>1</sup>Muh. Alamsyah Ramadhan

<sup>1</sup>Program Studi Otomasi Sistem Permesinan, Politeknik ATI Makassar

<sup>\*</sup>) [tenri@atim.ac.id](mailto:tenri@atim.ac.id)

### Abstrak

Buah Markisa mempunyai rasa khas asam manis yang populer di Indonesia, terutama Sulawesi Selatan. Buah Markisa diolah menjadi sirup dan dodol merupakan oleh-oleh yang disukai wisatawan. Proses pengolahan sirup markisa pada Industri UMKM masih menggunakan peralatan sederhana, sehingga kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan tidak maksimal. Pemotongan buah markisa menggunakan pisau dengan kapasitas hasil pemotongan dan pengerukan masih rendah sehingga tujuan penelitian ini merancang mesin pengeruk isi buah markisa berbasis mikrokontroler dan elektro pneumatik. Mesin ini menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengendali. Pertama markisa melewati sensor infrared yang berfungsi untuk mendeteksi buah dan menghitung jumlah buah masuk, setelah itu Mikrokontroler membaca dan mengaktifkan *relay* kontrol dari motor DC, selang 0,5 detik silinder 1 aktif mendorong ke bawah Motor DC sehingga markisa terserut selama 3 detik, lalu pneumatik mendorong ke atas ke posisi normal, selang 0,5 detik silinder 2 aktif mendorong kulit markisa yang telah diserut keluar (terbuang), berproses selama 1 detik dan kembali posisi normal, jika ada markisa masuk lagi alat berfungsi kembali dan begitu seterusnya. Hasil penelitian menghasilkan mesin pengeruk buah markisa yang berdimensi panjang 300 mm x lebar 300 mm x tinggi 600 mm dan daya motor 240 watt atau 0.321 HP, serta kapasitas produksi 54 kg/jam.

*Kata Kunci: mesin pengeruk isi markisa, mikrokontroler, elektro pneumatik.*

### Abstract

*Passion fruit has a distinctive sweet and sour taste, which is quite popular in Indonesia, especially in South Sulawesi. Passion fruit is processed into syrup, and dodol is one of the typical souvenirs popular with tourists. Processing passion fruit syrup in the Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) Industry still uses very simple equipment. Hence, the quality and quantity of the product produced are not optimal. Passion fruit cutting uses a knife with a low capacity for cutting and shrinkage results, so this research aims to design a passion fruit-filled shaver machine based on a microcontroller and electro-pneumatics. This passion fruit shaver machine uses a microcontroller as the control center. First, the passion fruit passes through an infrared sensor, which detects the fruit and counts the number of incoming fruits. After that, Arduino Uno reads and activates the control relay from the DC motor. After 0.5 seconds, cylinder 1 is active, which pushes the DC motor down so that the passion fruit shrinks for 3 seconds. Then, the pneumatic push up to the normal position; after 0.5 seconds, the second cylinder actively pushes the passion fruit skin that has been shaved out (thrown away). This processes for 1 second and returns to its normal position. If there is passion fruit, it comes in again, and the tool functions similarly, and so on. The results of this study produced a passion fruit shrinker machine with dimensions of length 300 mm x width 300 mm x height 600 mm, a motor power of 240 Watt or 0.321 HP, and a production capacity of 54 kg/hour.*

*Keywords: passion fruit filling machine, microcontroller, electro-pneumatic.*

Makalah diterima 13 Februari 2023 – makalah direvisi 16 Mei 2023 – disetujui 4 Agustus 2023

Karya ini adalah naskah akses terbuka dengan lisensi [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



### Pendahuluan

Di Indonesia, buah markisa merupakan salah satu buah yang sangat populer dengan cita rasa khas asam manis, terutama di wilayah Sulawesi Selatan. Buah markisa ini berasal dari daerah tropis dan subtropis di Amerika, dan di Indonesia, terdapat dua sentra penghasil buah markisa terbesar, yaitu Sulawesi Selatan (Gowa, Sinjai, Tator) dan Sumatera Utara (Karo). Terdapat tiga jenis markisa yang umum dikembangkan di Indonesia, yaitu markisa ungu, markisa kuning, dan markisa manis. Ketiga jenis markisa ini tumbuh di dataran yang berbeda, dengan markisa ungu biasanya tumbuh di daerah dataran tinggi, markisa kuning tumbuh di dataran rendah, sementara markisa manis tumbuh di daerah Sumatera Barat. Untuk di Sulawesi Selatan,

buah markisa ini diolah menjadi sirup dan dodol, yang merupakan oleh-oleh khas yang sangat disukai oleh para wisatawan. Yang biasanya dikonsumsi dari buah ini adalah isi berbintik-bintik kecil yang jumlahnya sangat banyak dan dapat lebih mudah dinikmati dalam bentuk minuman setelah diperas. Menurut Dinas Pertanian Provinsi Sulawesi Selatan (Sulsel) berusaha meningkatkan produksi buah markisa hingga mencapai 13.411 ton menjelang akhir tahun 2014 dari sepanjang tahun 2013 dengan produksi markisa Sulsel mencapai 12.772 ton [1], [2].

Menurut penelitian Mazmur dkk. [3], Industri Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) melakukan proses pengolahan sirup markisa masih mengandalkan peralatan yang sangat sederhana yaitu pada saat tahap pemotongan buah menggunakan pisau atau parang dengan kapasitas hasil pemotongan masih rendah dan untuk mengeruk buah markisa masih menggunakan alat yang cukup sederhana yaitu sendok sebagai alat untuk mengeluarkan isi dari buah, sehingga kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan tidak mencapai tingkat maksimal. Maka untuk mengatasi hal tersebut digunakan motor listrik [4] sebagai penggerak utamanya pada mesin pemasak dan pengaduk sari buah markisa, untuk menggantikan tenaga penggerak manusia [5]. Tetapi mesin pengolahan buah markisa ini belum otomatis, sehingga perlu dikembangkan teknologi untuk lebih otomatis menggunakan sistem *embedded* yaitu mikrokontroler [6], yang lebih hemat waktu, konsumsi energi listrik yang rendah dan efisien dalam biaya.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini merancang mesin pengeruk buah markisa berbasis Mikrokontroler [7] dan Elektro Pneumatik [8]. Menurut penelitian Sidehabi, dkk [9] menggunakan sistem otomatis yang mengintegrasikan elemen-elemen elektrik dan pneumatik untuk mengontrol perangkat atau proses dalam proses pemilahan buah markisa karena sistem ini menggunakan sumber tenaga dari udara bertekanan dan sumber tenaga listrik dengan kapasitas tegangan dan daya yang relatif kecil, sehingga lebih ekonomis dan higienis. Maka pada penelitian melakukan implementasi dengan membuat mesin pengeruk markisa adalah mesin yang digunakan untuk memisahkan daging buah markisa dari kulit dan bijinya. Cara kerja mesin pengeruk markisa ini tidak rumit yaitu buah markisa dimasukkan ke dalam mesin, lalu mesin akan memutar pisau atau gigi pengeruk yang akan mengikis daging buah markisa dari kulit dan bijinya. Hasilnya adalah daging buah markisa yang sudah terpisah dari kulit dan bijinya, siap untuk diproses lebih lanjut. Mesin pengeruk markisa biasanya terbuat dari bahan yang tahan lama dan mudah dibersihkan seperti *stainless steel* dengan sistem pengontrolan berbasis Mikrokontroler dan penggerak sistem Elektro Pneumatik.

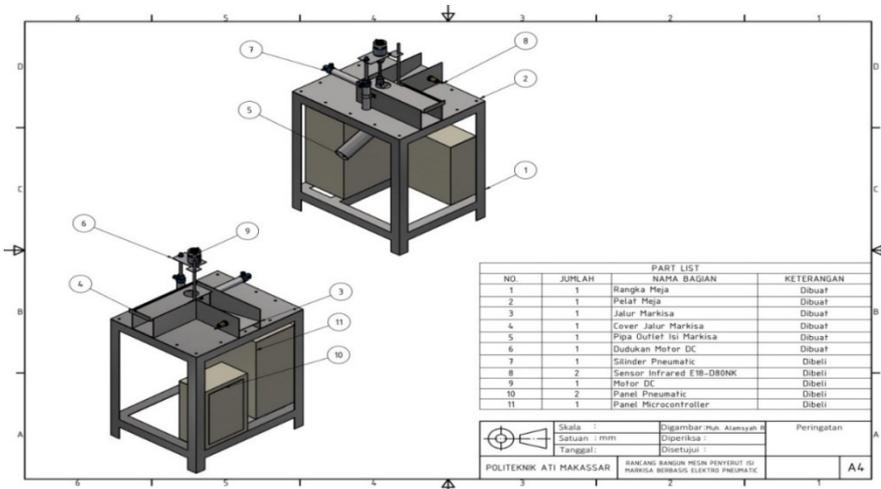
**Metode**

**1 Perancangan Sistem**

Perancangan dan pembuatan sistem ini terdiri dari dua perancangan utama, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

**1.1 Perangkat Keras**

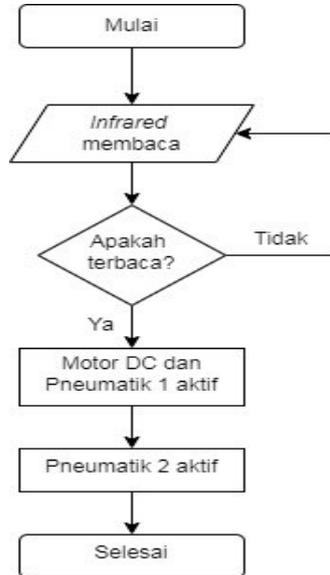
Perancangan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian input, perancangan rangkaian output dan perancangan rangkaian sistem yang dirancang dengan desain elektrik maupun mekanik terlihat pada gambar 1. Spesifikasi mesin pengeruk buah markisa yang dihasilkan berdimensi panjang 300 mm x lebar 300 mm x tinggi 600 mm.



Gambar 1. Desain 3D mesin pengeruk isi markisa pengukuran dan pemotongan besi rangka.

### 1.2 Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) meliputi perancangan skematik alat dan perancangan proses *flowchart* yang akan menjelaskan sistem kerja alat secara menyeluruh. Tahapan pembuatan *software* dibuat pada aplikasi Arduino IDE. Setelah pembuatan program selesai kemudian di *upload* ke Arduino Atmega 328 untuk dapat mengontrol alat penggerak buah markisa yang telah dirancang. *Flowchart* sistem tampak pada gambar 2.



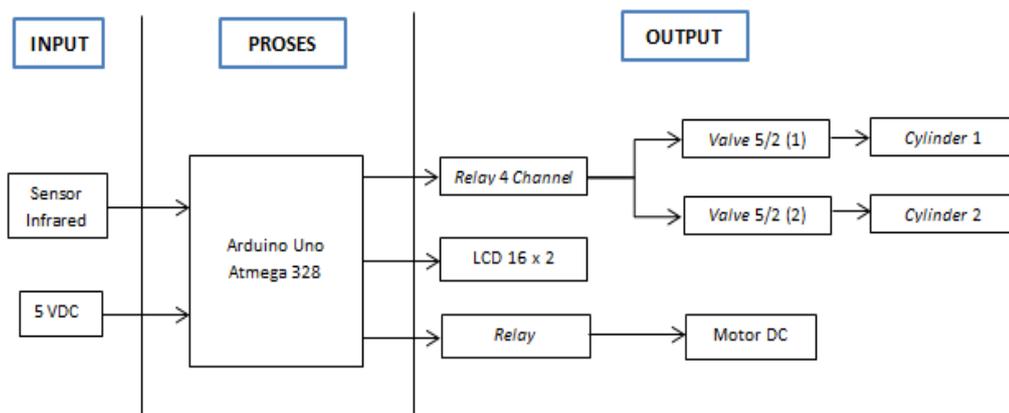
Gambar 2. *Flowchart* alat.

*Flowchart* sistem menjelaskan tentang alur cara kerja keseluruhan alat yang akan dirancang, berikut penjelasan tentang *flowchart* sistem :

1. Alat diaktifkan melalui 2 sumber yakni; 220 VAC dan 5 VDC.
2. Sensor *infrared* akan aktif jika mendeteksi buah markisa melintas.
3. Data yang terbaca pada sensor *infrared* diproses melalui Arduino Uno untuk memerintahkan/ mengaktifkan *relay* sehingga motor DC dan sistem pneumatik aktif sesuai *compile* program pada mikrokontroler.
4. Data yang diterima oleh sistem mikrokontroler melalui sensor *infrared* akan tampil pada LCD (jumlah markisa masuk).

Dalam perencanaan mesin ini terdapat gambaran mengenai komponen sistem utama, proses utama dan juga hubungan kerja yang ada pada tiap-tiap komponen. Berikut diagram blok sistem pada gambar 3 menunjukkan urutan cara kerja sistem secara keseluruhan sehingga bagian utama atau fungsi yang diwakili oleh blok dihubungkan dengan garis, yang menunjukkan hubungan dari masing-masing blok, yaitu:

1. Bagian *Input* pada blok diagram terdiri dari sensor *infrared* dan sumber 5 VDC.
2. Bagian proses pada blok diagram yaitu mikrokontroler Arduino Uno Atmega 328
3. Bagian *output* pada blok diagram terdiri dari *relay 4 channel*, LCD, Valve 5/2 dan Motor DC.



Gambar 3. Diagram blok mesin penggerak.

## 2 Pengujian Sistem

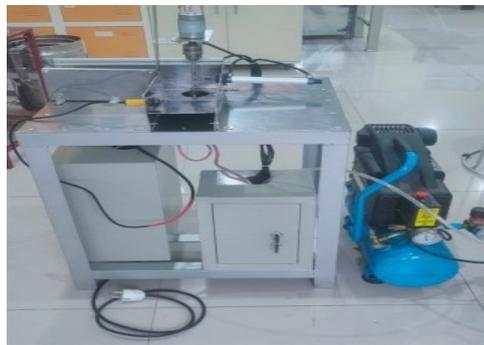
Tahap pengujian sistem secara terintegrasi, yaitu memasang keseluruhan sensor dan alat yang digunakan pada setiap tempat yang telah dibuat, Arduino Uno sebagai pengolah data, infrared sebagai saklar otomatis, dan *Liquid Crystal Display* (LCD) menampilkan jumlah buah markisa yang masuk.

### Hasil & Diskusi

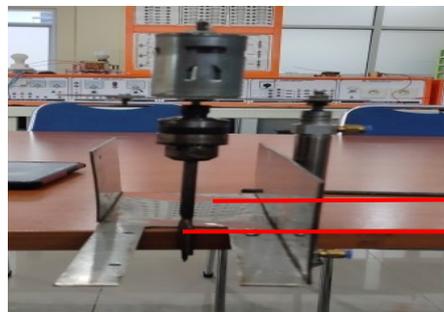
Untuk bagian hasil & diskusi, dijelaskan juga keterkaitan dengan hasil penelitian sebelumnya, di samping menjelaskan temuan atau *finding*.

#### 1 Hasil Rancang Bangun Mesin Pengeruk Isi Buah Markisa

Model pengeruk buah markisa dan alat pengeruk pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5. Ketika buah markisa melintas pada jalur buah markisa dideteksi oleh sensor kemudian dikeruk oleh alat pengeruk, sari buah markisa turun ke jalur bagian bawah pada pipa silinder dan ampas didorong oleh pneumatik ke bagian ampas buah markisa.



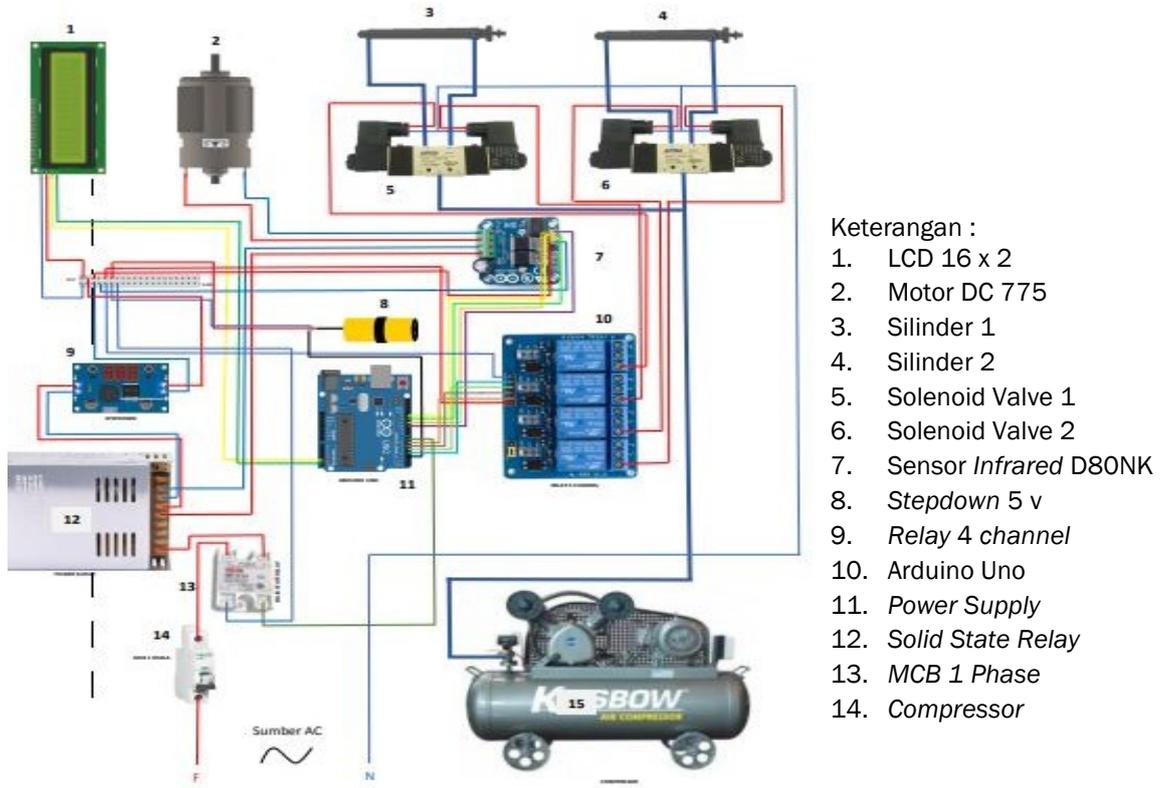
Gambar 4. Mesin pengeruk isi buah markisa.



Jalur buah markisa  
Pengeruk

Gambar 5. Mesin pengeruk isi buah markisa.

Diagram pengkabelan pada mesin ini dapat terlihat pada gambar 6 berupa *wiring diagram* mesin pengeruk buah markisa menggunakan *power supply* 12 Volt untuk mengaktifkan Motor DC 775 dan diberikan modul *step down* untuk menurunkan *supply* tegangan menjadi 5V untuk mengaktifkan mikrokontroler, sensor *infrared*, LCD I2C dan *relay 4 channel*. Arduino Uno Atmega 328 sebagai pusat pengendali sistem. Sensor *infrared* merupakan modul yang tersambung dengan Arduino Uno Atmega 328 modul ini sebagai pendeteksi markisa dan menghitung jumlah buah markisa yang lewat. Sistem elektro pneumatik sebagai alat bantu dari tahap pengerukan yang dimana silinder pneumatik sebagai pendorong naik dan turun motor DC agar dapat menyeruk markisa secara otomatis yang dikendalikan oleh sistem mikrokontroler.



Gambar 6. Wiring diagram.

## 2 Hasil Pengujian Mesin Pengeruk Isi Markisa

Pada penelitian ini melakukan beberapa pengujian untuk mengetahui kinerja tiap komponen sistem. Tahapan pengujian yaitu:

### 2.1 Pengujian Sensor *Infrared* dan LCD

Pengujian sensor *infrared* pada sistem ini sebagai pengganti saklar dimana kita harus menentukan jarak yang dibutuhkan untuk dapat mengaktifkan sistem pada alat dan juga difungsikan untuk memonitoring jumlah buah yang masuk. Hasil pengujian *infrared* dapat ditampilkan pada layar LCD pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *infrared* untuk menentukan jarak yang dibutuhkan

Jarak Buah dengan Sensor (cm)	Keadaan Sistem Kendali	Keadaan Sensor
0	Tidak aktif	Tidak terdeteksi
5	Aktif	Terdeteksi
10	Aktif	Terdeteksi
15	Aktif	Terdeteksi
20	Aktif	Terdeteksi
25	Tidak aktif	Tidak terjangkau
30	Tidak aktif	Tidak terjangkau

Pada tabel pengujian data diatas bisa kita lihat dimana jarak markisa dengan sensor yang didapatkan memiliki batasan dan menampilkan jarak objek dengan sensor (ditulis dalam cm), keadaan sistem kendali apakah aktif atau tidak, dan arti keadaan sensornya apakah mendeteksi atau tidak.

Pengujian LCD pada kondisi sensor *infrared* sebelum mendeteksi tampilan di layar LCD yaitu buah markisa masuk = 0 dan ketika *infrared* mendeteksi pada layar LCD akan menampilkan tampilan jumlah buah yang masuk yaitu, Buah Markisa Masuk = 1, ...dan seterusnya, hasil pengujian *infrared* untuk menentukan jumlah markisa yang masuk melalui LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *infrared* untuk menentukan jumlah markisa yang masuk melalui LCD 16x2

No	Kondisi	Tampilan	Gambar Tampilan Lcd
1	Sebelum Objek Masuk	Buah Markisa Masuk = 0	
2	Setelah Objek Masuk	Buah Markisa Masuk = 1.... dst	

## 2.2 Pengukuran Tekanan Silinder pada Sistem Pneumatik

Pengukuran pada sistem pneumatik selanjutnya adalah dengan melakukan percobaan tekanan silinder yang sesuai untuk digunakan pada alat pengeruk markisa. Peneliti melakukan percobaan dengan menggunakan tekanan 1–4 bar. Hasil pengujian tekanan silinder sistem pneumatik tampak pada tabel 3 merupakan hasil pengukuran dari percobaan tekanan pada sistem pneumatik.

Tabel 3. Pengujian tekanan silinder sistem pneumatik

	Keterangan	Hasil
Percobaan tekanan sistem silinder	Tekanan 1 Bar	Kinerja silinder lambat dan kurang kuat.
	Tekanan 2 Bar	Kinerja silinder sesuai
	Tekanan 3 Bar	Kinerja silinder lebih cepat
	Tekanan 4 Bar	Kinerja silinder bekerja sangat cepat

Berdasarkan pengukuran tekanan silinder sistem pneumatik pada tabel 3 maka tekanan yang sesuai untuk digunakan pada alat pengeruk markisa agar bekerja secara efektif untuk mengeruk isi markisa dan membuang kulit markisa adalah sebesar 2 bar.

## 2.3 Pengukuran Kecepatan Motor DC

Pada pengukuran kecepatan motor DC adalah dengan melakukan pengukuran kecepatan yang dihasilkan saat Motor DC berputar atau aktif [10]. Hasil dari pengukuran kecepatan putaran motor atau RPM motor yaitu 1331 RPM (*Revolution Per Minute*).

## 2.4 Pengujian Mesin Pengeruk Buah Markisa

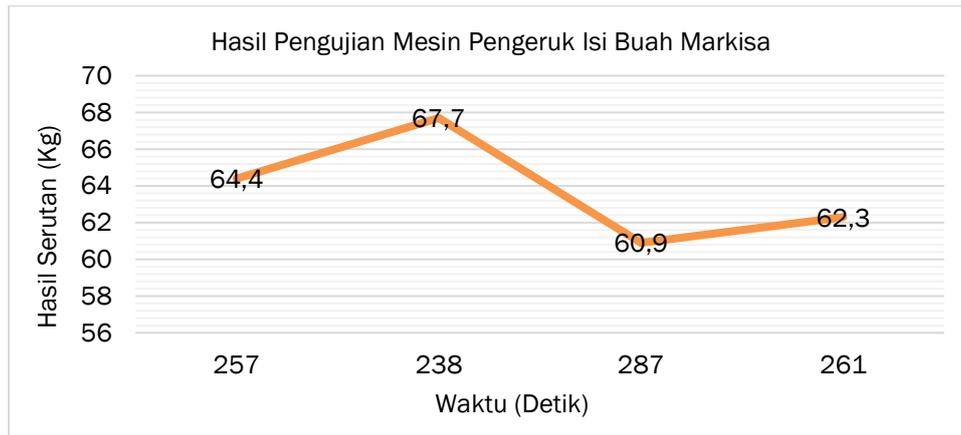
Pada hasil pengujian mesin pengeruk isi markisa terdapat beberapa analisis dimensional atau metode yang digunakan untuk memeriksa dan mengkaji hubungan antara berbagai kuantitas fisika diantaranya: waktu (s), kapasitas mesin (kg/h), kecepatan pengerukan (m/s) dan torsi motor DC (Nm).

### ▪ Analisis Waktu (s)

Untuk melihat apakah mesin pengeruk isi buah markisa ini berhasil atau tidak maka perlu dilakukan pengujian. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 7. Hasil Pengujian Mesin Pengeruk Isi Buah Markisa dengan waktu yang dibutuhkan mesin dalam proses pengerukan markisa. Mesin membutuhkan waktu rata-rata 63,82 detik.

Tabel 4. Hasil pengujian mesin pengeruk isi buah markisa

No	Pengambilan Data	Berat Markisa	Hasil Serutan	Waktu
1	I	1 Kg	257 gram	64,4 detik
2	II	1 Kg	238 gram	67,7 detik
3	III	1 Kg	287 gram	60,9 detik
4	IV	1 Kg	261 gram	62,3 detik



Gambar 7. Hasil pengujian mesin pengeruk isi buah markisa.

▪ Analisis Kapasitas Mesin (kg/jam)

Mesin membutuhkan waktu rata-rata 63,82 detik untuk melakukan proses pengerukan buah markisa seberat 1 kg. Dengan waktu rata-rata yang digunakan untuk pengerutan buah seberat 1 kg membutuhkan waktu yaitu 63,82 detik. Hal ini berarti kapasitas produksi dalam 1 jam adalah:

$$\frac{1 \text{ kg}}{63,82 \text{ s}} = 0,015 \text{ kg/s} = 0,9 \text{ kg/menit} \tag{1}$$

Jadi kapasitas produksi dalam 1 jam adalah  $0,9 \times 60 = 54 \text{ kg/jam}$ . Pengujian mesin pengeruk markisa ditunjukkan pada gambar 8 dan hasil dari mesin pengeruk buah markisa pada gambar 9.



Gambar 8. Pengujian mesin pengeruk buah markisa.



Gambar 9. Hasil dari mesin pengeruk buah markisa.

▪ Analisis Kecepatan Pengerukan (m/s)

Kecepatan pengeruk buah dalam meter per detik merupakan perhitungan jarak yang ditempuh oleh pisau pengeruk dalam meter dibagi dengan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut dalam detik. Jarak yang ditempuh oleh pisau pengeruk sebesar 10,5 cm atau 0,105 m. Waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut adalah 3 detik. Sehingga, diperoleh kecepatan pengeruk buah dalam meter per detik sebesar :

$$\frac{0,105 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 0,035 \text{ m/s} \tag{2}$$

Jadi kecepatan pengeruk buah dalam meter per detik sebesar 0,035 m/s atau 3,5 cm/s.

#### ▪ Analisis Torsi (Nm)

Perhitungan torsi pada motor DC untuk memahami kinerja motor DC yang digunakan. Berdasarkan *datasheet* motor DC 775-9009F-C-CC diperoleh nilai konstanta torsi motor DC sebesar 0,0048625 Nm/A dan nilai torsi sebesar 0,1026 Nm. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai arus yang mengalir melalui motor sebesar 12,41 A. Nilai torsi berdasarkan hasil pengukuran dapat dihitung dengan mengalikan nilai konstanta torsi motor DC dengan nilai arus yang mengalir melalui motor. Nilai torsi adalah :

$$T = 0,0048625 \text{ Nm/A} \times 12,41 \text{ A} = 0,0603 \text{ Nm} \quad (3)$$

## Kesimpulan

Setelah melewati proses perancangan, pembuatan serta pengujian alat, dapat diambil kesimpulan yaitu mesin pengeruk buah markisa ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengendali dan memiliki komponen pendukung seperti sensor *infrared* sebagai pendeteksi buah dan menghitung jumlah markisa yang masuk kemudian mengirimkan data ke pengendali untuk memerintahkan *relay 4 channel* yang mengaktifkan valve 5/2 elektro pneumatik dan *relay* sebagai *switch* dari motor dc. Spesifikasi mesin pengeruk buah markisa yang dihasilkan berdimensi panjang 300 mm x lebar 300 mm x tinggi 600 mm dan daya motor 240 Watt atau 0.321 hp, serta kapasitas produksi 54 kg/jam. Untuk proses pembuangan ampas buahnya masih dilakukan secara manual sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dilakukan secara otomatis. Untuk pengembangan kedepan penelitian ini masih perlu pengkajian agar mendapatkan hasil yang lebih sempurna.

## Ucapan Terima kasih

Tim peneliti berterima kasih kepada Unit *Teaching Factory* (TeFA) dan Unit Transformasi 4.0 Politeknik ATI Makassar atas bantuan dana penelitian.

## Referensi

- [1] Eky Hendrawan, "Incar Pasar Ekspor, Sulsel Genjot Buah Markisa", [Online]. Available : <https://www.liputan6.com/bisnis/read/2028721/incar-pasar-ekspor-sulsel-genjot-produksi-buah-markisa>. [diakses pada 27 Juli 2023].
- [2] Bapel Maros, "Budi daya tanaman markisa", <http://epetani.deptan.go.id>, (online), 2013. [Diakses tanggal 3 April 2022].
- [3] A. Mazmur, L. O. Musa, "Rancang Bangun Mesin Pengolahan Buah Markisa Menjadi Sari dan Sirup Markisa," *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2017*, pp.98-103, 2017
- [4] A.Mazmur, L. O. Musa, Syarifuddin, "Rancang Bangun Mesin Pengaduk dan Pemasak Sari," *INTEK Jurnal Penelitian*, vol. 6 no. 2, pp. 127-132, 2019.
- [5] A.Mazmur, L. O. Musa, Syarifuddin, "Rancang Bangun Mesin Pengolahan Buah Markisa Menjadi Sari dan Sirup Markisa," *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2018*, pp.143-148, 2018.
- [6] Y. Adamu, A. A. Adamu, S. I, Kolo, A. W. Nanna, "Development of an Automated Fruit Sorting Machine using an Embedded System (Arduino Mega Based)," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 10, no. 6, 2019.
- [7] D. S. Arief, E. Fitra, Minarni, Herman C, R. Salambue, "Modelling of Control System on Sorting Palm Fruit Machine by Using Arduino Microcontroller," *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-Science and Engineering*, vol. 52, 2018.
- [8] Rais, M. F. Aslam, M. Yusri, N. R. Wibowo, Ishak, "Mesin Pemilah Otomatis berdasarkan Parameter Dimensi Berbasis Pneumatik," *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur*, vol. 3, no. 2, 2021.
- [9] S. W. Sidehabi, A. Suyuti, I. S. Areni, I. Nurtanio, "The Development of Machine Vision System for Sorting Passion Fruit Using Multi-Class Support Vector Machine," *Journal of Engineering Science and Technology Review*, vol. 11, no. 5, pp. 178-184, 2018.
- [10] Hughes, Austin, and Bill Drury, *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types, and Applications*. Newnes, 2019.
- [11] Effendi Ilham, "Pengertian dan Kelebihan Arduino", [Online]. Available: <https://it-jurnal.com/pengertian-dan-kelebihan-arduino>, 2016. [diakses pada 03 April 2022].

- [12] Farida Atmadja, "Elektro-Pneumatik," [Online]. Available: <https://docplayer.info/37250710-4-4-elektro-pneumatik.html>, 2018. [diakses tanggal 27 Juli 2023]
- [13] Lab Elektronika, "High Current Motor Driver H-Bridge Module IBT-2 menggunakan Arduino". [Online]. Available: <http://www.labelektronika.com/2016/09/high-current-motor-driver-lbt-2-arduino.html>, 2016. [diakses pada 03 April 2022]
- [14] P. Kushartanto, "Sistem Kontrol Gerak dan Perhitungan Produk Pada Mesin Press dan Pemotongan Kantong Plastik," *Jurnal Crankshaft*, vol. 2 no. 1, 2019.
- [15] L. Alhazami, "Perbaikan Proses Produksi Minuman Markisa di Bantar Gebang", *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 3, pp. 121-12, 2022.
- [16] N. A. Utari, Rancang Bangun Sistem Keamanan Lemari Meja menggunakan Barcode berbasis Android, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2019.
- [17] R. Br Barus, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Kunci Pintu Lemari berbasis Mikrokontroler," *Journal of Science and Social Research*, vol. III, no. 2, pp. 109-115, 2020.
- [18] S.E. Mawaddah, Sumariyah, Suryono, "Prototipe Sistem Kendali Perabot Elektronik Rumah Tangga Berbasis *Internet of Things*," *Jurnal Otomasi, Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 14 no. 2, 2022.