

Rancang Bangun Sistem Mekanik Robot Pengaduk pada Pengerinan Biji Kakao di *Solar Dryer* dan *Box Dryer*

Abdul Kadir Muhammad^{1*}, Mukhtar², Zaiful Aprisal³, Kurniawan Kasim⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*kadir.muhammad@poliupg.ac.id

Abstract : *Cocoa or cocoa bean (Theobroma cacao L.) is the fruit where chocolate comes from. Pure cocoa or that has been processed into dark chocolate has many health benefits. Along with the development of the agricultural industry in Indonesia, cocoa production, especially in Indonesia, continues to increase. In the processing of cocoa beans, there is a step that should not be missed, namely the drying process. Drying is the process of separating liquids and solids in a certain material to reduce the liquid content by evaporating the material to a predetermined value. In the process of drying cocoa beans, most are still done conventionally or manually where the fermented cocoa beans are dried in the sun and stirred periodically so that the drying is evenly distributed, in this mixing process is done by humans so it will use a lot of human resources, where the human resources are also limited. So to lighten or facilitate the process of drying cocoa beans which reduces human labor in it is to create an innovation where in the process of drying cocoa beans no longer uses a lot of human power, because it uses a dryer in the form of a Solar Dryer and Box Dryer which can work alone in stirring, or turning the dried cocoa beans.*

Keywords: *drying process, mechanical system, conventional and automation.*

Abstrak : Kakao atau *cocoa bean (Theobroma cacao L.)* merupakan buah di mana cokelat berasal. Kakao murni atau yang sudah diolah menjadi cokelat hitam memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Seiring dengan perkembangan industri pertanian di Indonesia, produksi kakao khususnya di Indonesia terus menerus bertambah. Dalam pengolahan biji kakao, terdapat tahapan yang tidak boleh terlewat yakni proses pengeringan. Pengeringan merupakan proses pemisahan zat cair dan zat padat pada suatu bahan tertentu untuk mengurangi kandungan zat cair dengan menguapkan bahan tersebut sampai suatu nilai yang telah ditentukan. Dalam proses pengeringan biji kakao kebanyakan masih dilakukan secara konvensional atau secara manual dimana biji kakao yang telah difermentasi dikeringkan dibawah sinar matahari dan dilakukan pengadukan secara berkala agar pengeringannya merata, pada proses pengadukan ini dilakukan oleh manusia sehingga akan banyak menggunakan tenaga SDM, dimana tenaga SDM itu pula terbatas. Sehingga untuk meringankan atau memudahkan proses pengeringan biji kakao dimana mengurangi tenaga manusia di dalamnya adalah dengan membuat sebuah inovasi dimana dalam proses pengeringan biji kakao tidak lagi banyak menggunakan tenaga manusia, karena menggunakan alat pengering berupa *Solar Dryer* dan *Box Dryer* yang dapat bekerja sendiri dalam mengaduk ataupun membalik biji kakao yang dikeringkan.

Kata kunci : proses pengeringan, sistem mekanik, konvensional dan otomatisasi.

I. PENDAHULUAN

Kakao atau *cocoa bean (Theobroma cacao L.)* merupakan buah di mana cokelat berasal. Kakao murni atau yang sudah diolah menjadi cokelat hitam memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Seiring dengan perkembangan industri pertanian di Indonesia, produksi kakao khususnya di Indonesia terus menerus bertambah. Data dari badan statistik produksi kakao pada tahun 2020 menunjukkan adanya pertumbuhan produksi sekitar hampir 30% tiap tahunnya di seluruh daerah di Indonesia sejak tahun 2016 hingga tahun 2020 [1]. Akan tetapi tidak berbanding lurus dengan perkembangan teknologi dalam pengolahan biji kakao, teknologi yang masih diterapkan di berbagai industri pengolahan biji kakao masih bersifat manual/tradisional. Hal itu sangat di sayangkan karena begitu besarnya perkembangan kebutuhan biji kakao namun belum ditunjang dengan teknologi yang modern.

Dalam pengolahan biji kakao, terdapat tahapan yang tidak boleh terlewat yakni proses pengeringan. Pengeringan merupakan proses pemisahan zat cair dan zat padat pada suatu bahan tertentu untuk mengurangi kandungan zat cair dengan menguapkan bahan tersebut sampai suatu nilai yang telah ditentukan. Pada umumnya proses pengeringan biji kakao kebanyakan masih dilakukan secara

konvensional atau secara manual dimana biji kakao yang telah difermentasi dikeringkan dibawah sinar matahari dan dilakukan pengadukan secara berkala agar pengeringannya merata, pada proses pengadukan ini dilakukan oleh manusia. Petani kakao sebagian besar mengolah buah kakao menjadi biji kering dengan alat dan cara seadanya, sehingga kurang lebih 90 persen biji kakao yang dihasilkan tergolong mutu rendah dengan ciri-ciri utama, kurang kering, terserang jamur dan banyak mengandung kotoran [2]. Rendahnya mutu kakao tersebut terutama adalah karena kemampuan petani perkebunan kakao rakyat baik kemampuan untuk memanfaatkan teknologi maupun kemampuan terkait dengan pengetahuan manajerialnya sehingga perilaku petani perkebunan kakao pada umumnya cenderung memperdagangkan biji kakao yang tidak difermentasi [3]. Fakta menunjukkan pada umumnya para petani perkebunan kakao rakyat kurang memerhatikan mutu. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa biji kakao dari para petani di Provinsi Sulawesi Selatan umumnya bermutu rendah karena pengolahan pascapanen yang dilakukan oleh petani kakao di Provinsi Sulawesi Selatan masih tradisional artinya belum melakukan fermentasi. Hal ini diperkuat juga dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa mutu produk kakao yang dihasilkan dari perkebunan rakyat sangat rendah karena tidak difermentasi, serta banyak mengandung kotoran dan jamur [4].

Menurut Daryanto, Arif dalam [3], bahwa dengan memperbaiki dan meningkatkan teknologi di setiap tahapan produksi akan memungkinkan peningkatan kuantitas dan kualitas produksi per satuan aset ataupun per satuan tenaga kerja. Lebih jauh dikatakan bahwa untuk meningkatkan nilai produk dari setiap satuan aset yang digunakan dapat ditempuh dengan perbaikan produktivitas, perbaikan kualitas, dan peningkatan harga per satuan produk yang diterima petani. Salah satu peningkatan teknologi yang dapat digunakan adalah inovasi bagaimana kegiatan industri dapat tetap berjalan dengan mengurangi tenaga manusia di dalamnya sehingga dapat meringankan pekerjaan khususnya dalam proses pengeringan.

Mesin pengering biji kakao merupakan salah satu inovasi yang dapat dimanfaatkan seperti yang telah dilakukan oleh Robby Jauhari [5] dan Dede Pradana [6], membuat mesin pengering biji kakao dengan mekanisme rotary dimana prinsip kerja dari mesin ini adalah mengurangi kadar air yang terkandung dalam biji kakao dengan pemanasan didalam tabung silinder yang berputar. Tabung silinder sebagai wadah biji kakao yang dikeringkan diputar dengan motor listrik yang diatur sedemikian rupa dengan putaran lambat supaya biji kakao kering secara merata. Penelitian lainnya yang menggunakan mesin pengering Minsar Nasution, dkk [7], Dimana mikrokontroller untuk mengontrol suhu pada lemari pengering. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Nela Fatma [8] juga menggunakan mikrokontroller untuk mendeteksi kadar air dan mendeteksi suhu di dalam wadah pengeringan serta wadah silinder yang diputar menggunakan motor AC

Pada penelitian ini akan membuat sistem mekanik dari robot yang dapat digunakan untuk mengaduk dan mengeringkan biji kakao pada Solar dan Box Dryer. Dimana dengan menggunakan sistem pengadukan yang dapat berlangsung tanpa tenaga manusia lagi. Secara umum nantinya pada proses pengeringan biji kakao, pada pengeringan tahap pertama di *solar dryer*, komponen pengaduk akan melakukan gerakan translasi, maju dan mundur dimanapengaduk itu sendiri digerakkan oleh motor stepper. Sama halnya juga pada pengeringan tahap kedua di *box dryer*, pengadukan berlangsung tanpa tenaga manusia, dimana pengaduk akan digerakkan oleh motor DC yang dihubungkan menggunakan sproket (*sprocket*).

II. METODE PENELITIAN

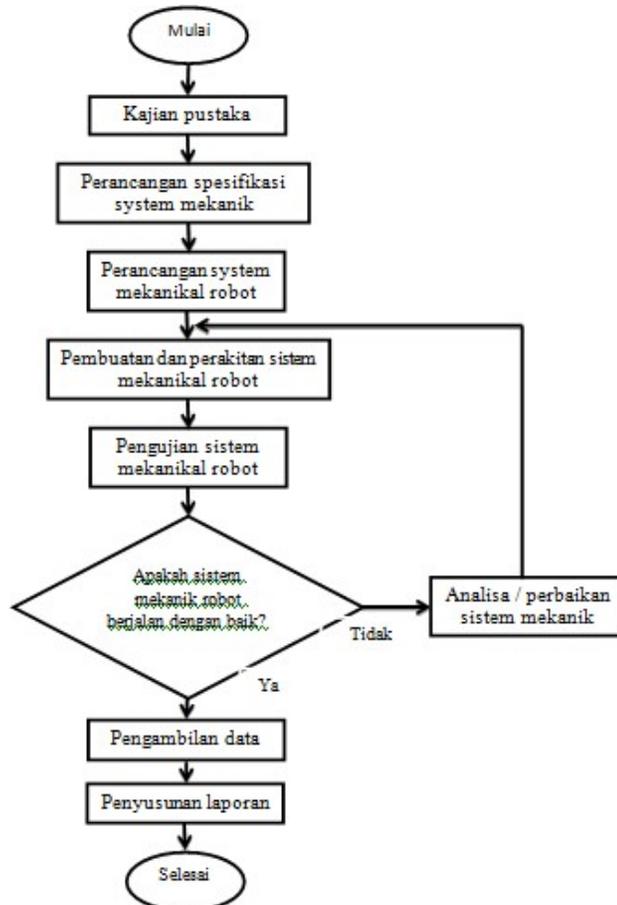
A. Teknik Analisis Data

Kegiatan perancangan dan pembuatan pada “Rancang Bangun Sistem Mekanik Robot Pengaduk pada Proses Pengeringan Biji Kakao di *Solar Dryer* dan *Box Dryer*” dilakukan pada bulan Februari – September 2021. Teknik analisis data yang kami gunakan yaitu observasi fungsional sistem mekanik. Pengujian robot berupa observasi fungsional sistem mekanik bertujuan untuk mengetahui pergerakan dari robot pengaduk, pada *solar dryer* berupa gerak translasi dan pada *box dryer* berupa gerak rotasi. Kemudian melihat apakah pada *solar dryer* mampu membalik biji kakao dengan baik atau tidak dan

pada *box dryer* apakah mampu pengaduk biji kakao dengan merata atau tidak sehingga robot pengaduk ini dikatakan berfungsi dengan baik dan tepat guna. Apabila tidak sesuai dengan target yang diinginkan maka harus dilakukan modifikasi sampai menghasilkan unjuk kerja yang baik.

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, perencanaan (*planning*), perancangan (*design*), implementasi (*implementation*), ujicoba (*testing*), analisis (*analysis*), serta pengelolaan (*maintenance*). Berdasarkan penjabaran yang telah ditulis, maka *flowchart* yang akan digunakan dalam melakukan penelitian ditujukan pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. *Flowchart* prosedur penelitian

III. HASIL PEMBAHASAN

A. Perhitungan Daya Solar Dryer

Parameter yang kami gunakan adalah massa pengaduk, massa puli dan hambatan biji kakao (kg). Jadi besarnya daya yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut :

a) Massa Total

Pengaduk terbuat dari pipa aluminium dan as aluminium, poros yang digunakan adalah pipa aluminium dengan diameter 25 mm dan sisir pengaduk terbuat dari as aluminium diameter 8 mm, berat pengaduk adalah 1,2 kg.

Sedangkan transmisi, puli yang digunakan pada pengaduk adalah puli aluminium diameter

10 inchi dengan berat 0,6 kg. Untuk belt beratnya 0,2 kg.

Sehingga massa total yang akan digerakkan motor adalah sebagai berikut :

$$M_{tot} = M_{pengaduk} + M_{transmisi} + M_{hambatan kakao}$$

$$M_{tot} = 1,2kg + 0,8kg + 1kg$$

$$M_{tot} = 3kg$$

b) Beban yang akan dikerjakan motor :

Berdasarkan massa total pada pengaduk dan transmisi maka beban adalah sebagai berikut :

$$F = M_{tot} \cdot g$$

$$F = 3kg \cdot 9,81$$

$$F = 29,4N.m$$

c) Torsi yang akan dikerjakan motor

Diketahui jarak poros motor DC dengan poros pengaduk adalah 0,39 m, sehinggabesarnya torsi yang akan dikerjakan motor adalah sebagai berikut :

$$T = F \cdot r$$

$$T = 29,4Nm \cdot 0,39m$$

$$T = 11,46Nm$$

Berdasarkan spesifikasi motor DC yang digunakan dengan rasio 9,78 dan rpm 2700 rpm, maka *actual speed motor* adalah sebagai berikut :

$$N = 2700 / 9,78$$

$$N = 276 rpm$$

d) Daya yang diperlukan untuk menggerakkan beban total

Besarnya daya motor yang diperlukan untuk menggerakkan torsi sebesar 11,46 Nm adalah sebagai berikut :

$$P = T \cdot \omega$$

$$P = 11,46 \left(\frac{N \cdot 2\pi}{60} \right)$$

$$P = 11,46 \cdot 28,8$$

$$P = 330 Watt$$

e) Daya motor listrik yang digunakan

Daya motor yang digunakan dengan spesifikasi tegangan 24 Volt dan arus 14 Ampere adalah sebagai berikut :

$$P = V \cdot I$$

$$P = 24V \cdot 14A$$

$$P = 336 Watt$$

Daya motor > daya yang diperlukan
336 watt > 330 Watt

Berdasarkan daya motor yang diperlukan maka motor dengan daya 336 Watt bisa digunakan pada *box dryer*.

B. Perhitungan Daya *Box Dryer*

a) Massa Tiang Gawang Pengaduk dan motor penggerak

Tiang gawang atau pengangga sisir pembalik biji kakao terbuat dari aluminium profile dengan berat sekitar 1,4 kg, sisir pembalik 2 kg dan dua buah motor stepper 0,6 kg sehingga massa total adalah :

$$M_{tot} = m_{tiang} + m_{motorv} + m_{sisir}$$

$$M_{tot} = 1,4 + 0,6 + 2$$

$$M_{tot} = 4kg$$

- b) Beban yang akan dikerjakan motor

Gaya berat atau bebanyang akan dikerjakan motor adalah :

$$F = M_{tot} \times g$$

$$F = 4kg \times 9,8$$

$$F = 39,2N$$

- c) Torsi yang akan dikerjakan motor

Sesuai dengan gaya berat yang diketahui dan jarak sumbu poros (r) yaitu 0,35 m makabeban maksimum yang akan dikerjakan adalah :

$$r = F \times r$$

$$r = 39,2N \times 0,35m$$

$$r = 13,72N.m$$

- d) Daya motor stepper

Adapun besarnya daya motor stepper dengan tipe NEMA 17 12 volt dengan arus 1,7Ampere adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \times 1,7$$

$$P = 20,4watt$$

Karena disini menggunakan dua buah motor stepper jadi daya yang bekerja untuk menggerakkan beban sebesar 39,2 N adalah :

$$2 \times 20,4watt = 40,8watt$$

- e) Torsi motor stepper

Berdasarkan spesifikasi motor yang digunakan dengan daya 20,4 watt dan rpm motor 48rpm maka torsi motor adalah :

$$r = \frac{P}{rpm}$$

$$r = \frac{20,4}{48}$$

$$r = 0,42 N.m$$

Jadi setiap motor stepper memiliki torsi 0,42 N.m.

C. Perhitungan Kebutuhan Sabuk (*Belt*) pada *Box Dryer*

Adapun perhitungan panjang kebutuhan sabuk *v-belt* yang diperlukan jika diketahui bahwa puli yang terpasang pada motor DC dan poros adalah puli tipe A, sedangkan jarak titik pusat antara poros motor DC dengan titik pusat poros adalah 0,39 meter adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$C = 0,39 \text{ m}$$

$$D_1 = 0,05 \text{ m}$$

$$D_2 = 0,25 \text{ m}$$

Maka panjang L (Sabuk) adalah :

$$L = 2.C + 1,57(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4.C}$$

$$L = 2.0,39 + 1,57(0,05 + 0,25) + \frac{(0,25 - 0,05)^2}{4.0,39}$$

$$L = 0,78 + 0,47 + \frac{0,04}{1,56}$$

$$L = 0,78 + 0,47 + 0,02$$

$$L = 127 \text{ cm}$$

$$\text{Keperluan belt} = \frac{127}{2,54} = 50$$

Berdasarkan ketersediaan sabuk v-belt tipe A yang tersedia maka v-belt yang diperlukan adalah v-belt A50.



Gambar 2. Pemasangan belt Box Dryer

D. Hasil Pengujian Solar Dryer

Pada pengujian solar dryer data yang dilihat adalah kemampuan motor penggerak untuk menggerakkan sisir pembalik biji kakao. Dimana motor penggerak yang digunakan adalah motor stepper 12 volt sebanyak dua buah.

Table 1. Hasil Pengujian Solar Dryer

Tanpa Beban		Dengan Beban (biji kakao)	
Gerak Translasi	Durasi(Menit)	Gerak Translasi	Durasi(Menit)
Bergerak dengan baik	15	Bergerak dengan baik	15
Bergerak dengan baik	40	Bergerak dengan baik	40
Bergerak dengan baik	20	Bergerak dengan baik	20
Bergerak dengan baik	5	Bergerak dengan baik	5
Bergerak dengan baik	2	Bergerak dengan baik	2

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 2, dengan dilakukan proses pengeringan di solar dryer selama dua hari, dapat dilihat bahwa dengan penggerak dua buah motor stepper yang digunakan untuk menggerakkan sisir, dapat dilihat bahwa biji kakao yang dihamparkan di dalam solar dryer teraduk dengan baik oleh sisir pengaduk. Adapun durasi pengadukan untuk solar dryer sama seperti pada box dryer. Proses pengadukan oleh sisir pengadukan dilakukan sebanyak 5 kali.



Gambar 3. Pengambilan data Solar Dryer

E. Hasil Pengujian Box Dryer

Pada pengujian *box dryer* data yang dilihat adalah kecepatan motor dan kemampuan motor untuk menggerakkan pengaduk serta putaran poros pengaduk per menit. Dimana motor penggerak yang digunakan adalah motor DC 24 volt dengan spesifikasi daya 250 watt dengan beban kakao 10 kg.

Table 2. Hasil Pengujian Box Dryer

Tanpa Beban			Dengan Beban (biji kakao)		
Gerak Rotasi	Rpm poros	Durasi (Menit)	Gerak Rotasi	Rpm poros	Durasi (Menit)
Berputar dengan baik	67	15	Berputar dengan baik	67	15
Berputar dengan baik	67	40	Berputar dengan baik	67	40
Berputar dengan baik	50	20	Berputar dengan baik	50	20
Berputar dengan baik	50	5	Berputar dengan baik	50	5
Berputar dengan baik	33	2	Berputar dengan baik	33	2

Berdasarkan data pengujian pada Tabel 2, dengan dilakukan proses pengeringan di *box dryer* selama dua hari, dapat dilihat bahwa dengan penggerak motor DC 250 watt mampu menggerakkan poros pengaduk dengan massa biji kakao 10 kg di dalam *box dryer*, poros pengaduk mampu mengaduk biji kakao dalam *box dryer* dengan baik. Dimana rpm poros pada pengadukan pertama dan kedua 67 rpm. Ketiga dan keempat 50 rpm serta pengadukan terakhir 33 rpm. Dimana durasi pengadukan pertama 15 menit dan kedua 40 serta pengadukan terakhir 2 menit. Dengan diperoleh data hasil pengadukan seperti pada tabel 4.1 maka untuk *box dryer* dapat dikatakan sudah berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

Gambar 4. Pengambilan data *Box Dryer*

F. Tingkat Keberhasilan *Solar Dryer* dan *Box Dryer*

Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan pada *solar dryer* dan *box dryer* dengan mekanisme kerja yang digunakan, dapat dikatakan mekanisme ini berfungsi dengan baik untuk membantu proses pengadukan biji kakao pada tahap pengeringan pertama di *solar dryer* dan pengeringan tahap kedua di *box dryer*. Namun untuk hasil pengeringan biji kakao masih bergantung pada sinar matahari yang tersedia sehingga untuk mekanisme pada *solar dryer* dan *box dryer* hanya untuk mempermudah dan penunjang proses pengadukan biji kakao agar lebih mudah dengan otomatisasi diterapkan.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. *Solar dryer* dapat berfungsi dengan baik, dimana pada *solar dryer* dengan motor stepper yang digunakan mampu mengaduk atau membalikkan biji kakao yang di hamparkan di dalamnya, adapun durasi yang digunakan untuk mengaduk terdapat lima durasi yang berbeda.
- b. *Box dryer*, dapat dilihat dengan motor DC yang digunakan untuk menggerakkan pengaduk dan biji kakao, biji kakao yang ada di dalam *box dryer* teraduk dengan baik, serta sistem transmisi yang digunakan untuk meneruskan daya motor yaitu sabuk dan puli berfungsi dengan baik dan tidak ada slip saat mengaduk biji kakao di *box dryer*. Adapun durasi pengadukan untuk *box dryer* terdapat 5 durasi berbeda, yaitu 15, 40, 20, 5 dan terakhir adalah 2 menit. Sedangkan rpm poros yang digunakan adalah 67 rpm, 50 rpm dan pengadukan terakhir 33 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, *Statistik Kakao Indonesia 2020*.
- [2] S. Sabahannur, N. Syam, and S. Alimuddin, "Teknologi Fermentasi Biji Kakao".
- [3] R. Manalu, "Pengelolaan Mutu Biji Kakao Petani Perkebunan Rakyat Melalui Teknologi Fermentasi Untuk Memperoleh Nilai Ekonomi Yang Lebih Baik," *J. Ekon. dan Kebijakan. Publik*, vol. 9, no. 2, pp. 99–112, 2019, doi: 10.22212/jekp.v9i2.1006.
- [4] L. Dewi, A. Wahyudi, and A. M. Hasibuan, "Penguatan Kelembagaan untuk Peningkatan Posisi Tawar Petani dalam Sistem Pemasaran Kakao".
- [5] R. Jauhari Irsyad, "Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kakao Dengan Mekanisme Rotary," Universitas Jember, 2019.
- [6] D. Pradana, "Rancang Bangun Mesin Pengering Biji Kako dengan Mekanisme Rotary Kapasitas 9 Kg/Jam," 2019.
- [7] M. Nasution, E. Edidas, and A. Almasri, "RANCANG BANGUN LEMARI PENERING BIJI KAKAO BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO 328P," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.)*, vol. 7, no. 2, p. 156, Jun. 2019, doi: 10.24036/voteteknika.v7i2.104429.
- [8] N. Fatma, "RANCANG BANGUN ALAT PEMBERSIH DAN PENERING BIJI KAKAO BERBASIS MIKROKONTROLER," Universitas Andalas, 2019.