

**MODIFIKASI ALAT PENJEMUR PARA-PARA SEMI MEKANIS
UNTUK PENGERINGAN KERUPUK**

(Skripsi)

**Oleh:
FATKHUL ROHMAN**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

MODIFICATION OF SEMI MECHANICAL PARA-PARA SUN DRYER TO DRYING CRACKERS

By:

Fatkahul Rohman

Crackers is one of the snacks that are very popular with the people of Indonesia. One of the production process of crackers is drying process which mostly done conventionally by utilizing solar heat. Constraint in move process that require a long time and considerable energy. Besides it, when sudden rain if not quickly moved then the product is dried in the sun and even damaged. This research modifies the semi-mechanical drying tools to be used to facilitate the cracker drying activities. Some changes are made such as the size and use of the materials used.

Components of the tool consist of two frames, eight racks, three ropes, a box, two box movement holdings, spring, big pulley and small pulleys. Modification begin by changing the shelf material by using bamboo wicker to prevent uncontaminated crackers. The size of the shelf is wider and thinner than ever so that box capacity more large and drying area more wide. Then addition rope to box more stable when go down. Box were previously made of wood are converted into elbow iron and plates to be more durable. The result of modification this tools which overall has length 640 cm, width 100 cm and height 196 cm. Racks has length 70 cm, width 90 cm and height 5 cm. Based result of performance test tool, all racks that contains crackers were movement to trajectory with length 560 cm entire into the box with average time 21.88 seconds. These result were successfully save time and energy compared to manual movement.

Keywords: Modification, Dryer, Semi Mechanical, and Crackers

ABSTRAK

MODIFIKASI ALAT PENJEMUR PARA-PARA SEMI MEKANIS UNTUK PENGERINGAN KERUPUK

Oleh:

Fatkhul Rohman

Kerupuk merupakan salah satu makanan ringan yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Salah satu proses produksi kerupuk adalah proses pengeringan yang kebanyakan dilakukan secara konvensional yaitu dengan memanfaatkan panas matahari. Kendala pada proses pemindahan yang memerlukan waktu yang lama dan tenaga yang cukup banyak. Selain itu, ketika tiba-tiba hujan apabila tidak cepat dipindah maka produk yang dijemur menjadi basah dan bahkan rusak. Penelitian ini memodifikasi alat penjemur para para semi mekanis agar dapat digunakan untuk mempermudah kegiatan penjemuran kerupuk. Beberapa perubahan dilakukan seperti ukuran dan penggunaan bahan yang digunakan.

Komponen-komponen dari alat ini terdiri atas dua buah kerangka, delapan buah rak, tiga buah tali, boks, dua buah tali penahan laju boks, pegas, *pulley* besar dan *pulley* kecil. Modifikasi dimulai dengan mengubah bahan rak dengan menggunakan anyaman bambu agar kerupuk tidak terkontaminasi. Ukuran rak lebih lebar dan lebih tipis dari sebelumnya sehingga daya tampung boks lebih banyak dan kapasitas lebih besar. Kemudian ditambahkan tali agar boks lebih stabil ketika turun. Boks yang sebelumnya terbuat dari kayu diubah menjadi besi siku dan plat agar lebih tahan lama. Hasil modifikasi alat secara keseluruhan memiliki ukuran panjang 640 cm, lebar 100 cm dan tinggi 196 cm. Rak berukuran panjang 70 cm, lebar 90 cm dan tinggi 5 cm. Berdasarkan hasil uji kinerja alat, seluruh rak yang berisi kerupuk bergerak pada lintasan dengan panjang 560 cm masuk ke dalam boks dengan waktu rata-rata 21,88 detik. Hasil ini lebih menghemat waktu dan tenaga dibandingkan dengan cara manual.

Kata Kunci: Modifikasi, Alat Penjemur, Semi Mekanis, dan Kerupuk

**MODIFIKASI ALAT PENJEMUR PARA-PARA SEMI MEKANIS
UNTUK PENGERINGAN KERUPUK**

Oleh:

FATKHUL ROHMAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **MODIFIKASI ALAT PENJEMUR
PARA-PARA SEMI MEKANIS
UNTUK PENGERINGAN KERUPUK**

Nama Mahasiswa : **Fatkhul Rohman**

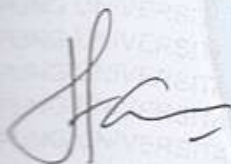
Nomor Pokok Mahasiswa : **1314071023**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

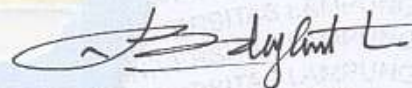
Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

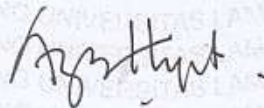


Dr. Ir. Tamrin, M.S.
NIP 19621231 198703 1 030



Ir. Budianto Lanya, M.T.
NIP 19580523 198603 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

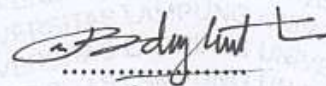
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Tamrin, M.S.



Sekretaris : Ir. Budianto Lanya, M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 November 2017

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Fatkhul Rohman** NPM **1314071023**. Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Tamrin, M.S.** dan 2) **Ir. Budianto Lanya, M.T.**, berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 11 Desember 2017

Yang membuat pernyataan



(Fatkhul Rohman)
NPM. 1314071023

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 8 Agustus 1994, di Desa Restu Buana, Kecamatan Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah. Anak kelima dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Paiman dan Ibu Musinem. Penulis mengawali pendidikan Sekolah Dasar di SD N 2 Restu Buana pada tahun 2001 dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2007, tahun 2010 menyelesaikan pendidikan

Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Rumbia, tahun 2013 menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Rumbia. Pada tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis aktif dalam bidang akademik di Jurusan Teknik Pertanian sebagai Asisten Dosen pada mata kuliah Mikrobiologi Hasil Pertanian, Statika dan Dinamika, Mekanisasi Pertanian, Perancangan Mesin dan Kekuatan Bahan Teknik. Selain itu, penulis juga pernah menjadi Tutor pada Forum Ilmiah Mahasiswa (FILMA) Fakultas Pertanian dan Tutor Bimbingan Belajar Qur'an (BBQ) Fakultas Pertanian. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi. Pada tahun 2014/2015 penulis aktif di Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai

anggota bidang PSDM (Pengembangan Sumber Daya Manusia) dan menjadi anggota biro BBQ (Bimbingan Belajar Qur'an) Fakultas Pertanian. Pada tahun 2015/2016 penulis aktif menjadi Ketua Umum PERMATEP. Pada tahun 2016/2017 penulis aktif sebagai Dewan Pembina PERMATEP dan menjadi Ketua Komisi II (Advokasi dan Perundang-undangan) Dewan Perwakilan Mahasiswa Universitas Keluarga Besar Mahasiswa Universitas Lampung.

Bulan Juli – Agustus 2016 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Perkebunan Nusantara VII (Persero), Desa Negara Tulang Bawang, Kecamatan Bungamayang, Kabupaten Lampung Utara dengan judul **“Mempelajari Proses Cane Preparation di PTPN VII (PERSERO) Distrik Bungamayang, Lampung Utara”**. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada Bulan Januari – Februari 2017 di Desa Gedung Ratu, Kecamatan Anak Ratu Aji, Kabupaten Lampung Tengah. Penulis berhasil mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S. TP.) S1 Teknik Pertanian pada tahun 2017 dengan menghasilkan skripsi yang berjudul **“Modifikasi Alat Penjemur Para-Para Semi Mekanis untuk Pengeringan Kerupuk”**.

Kupersembahkan karya ini untuk :

Bapak dan Ibu tercinta

Kakak-kakak dan seluruh keluarga yang telah memberikan

dukungan dan doa

Sahabat-sahabat terbaikku

Almamater Tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Bismillaahirrahmaanirrahiim,

Alhamdulillahirobbil'alamiin. Puji Syukur kehadiran Allah SWT, *Rabb* semesta alam yang telah memberikan rahmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam penulis sanjung agungkan kepada suri tauladan kita dalam segala hal, Baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul **“Modifikasi Alat Penjemur Para-Para Semi Mekanis untuk Pengeringan Kerupuk”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP). Dengan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih yang setulus – tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S. selaku pembimbing pertama dan pembimbing akademik atas segala bimbingan, saran dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T. selaku pembimbing kedua atas saran dan kritik yang membangun selama penulis melakukan penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku penguji atas segala saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
6. Kedua Orang tua dan kakak-kakak tercinta, terima kasih atas kasih sayang, doa, dukungan dan perhatiannya selama ini
7. Keluarga TEP 2013, Keluarga jurusan TEP, Terima Kasih atas bantuan dan kebersamaannya.
8. PERMATEP UNILA 2014/2015 dan 2015/2016 terima kasih atas bantuan dan kebersamaannya.
9. Keluarga Besar Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Universitas Lampung 2017 terima kasih atas kebersamaannya selama ini hingga menjelang wisuda.
10. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungan selama penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. *Aamiin.*

Bandar Lampung, 11 Desember 2017

Penulis

Fatkul Rohman

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kerupuk.....	5
2.2. Proses Pembuatan Kerupuk.....	6
2.3. Pengeringan.....	8
2.4. Proses Pengeringan.....	10
2.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan.....	11
2.6. Macam-Macam Pengeringan.....	11
2.6.1. Pengeringan Alami.....	12
2.6.2. Pengeringan Buatan.....	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	17

3.3. Prosedur Penelitian	18
3.3.1. Pendekatan Desain.....	10
3.3.2. Pembuatan Alat	33
3.3.3. Cara Pengoperasian Alat	34
3.3.4. Uji Kinerja Alat	35
3.3.5. Pengamatan.....	36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Hasil <i>Prototipe</i> Alat	37
4.2. Dimensi <i>Real</i> Alat	42
4.3. Kapasitas Alat	43
4.4. Analisis Teknis.....	43
4.4.1. Perbandingan Gerakan Rak dengan Boks	43
4.4.2. Tegangan Tali	44
4.4.3. Gaya Pegas	45
4.4.4. Tegangan Penahan Laju Boks	46
4.4.5. Pergerakan Posisi Boks	46
4.4.6. Kecepatan putaran <i>pulley</i>	47
4.5. Uji Kinerja Alat	48
4.5.1. Tanpa Beban	48
4.5.2. Dengan Beban	49
4.6. Pengamatan	50
4.6.1. Gerakan Rak Tersusun	50
4.6.2. Waktu Rak Tersusun ke dalam Boks	50
4.6.3. Kerapian Rak Tersusun	52
4.6.4. Bahan Tertumpah	52
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	56
Gambar 23 – 33.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Dimensi alat sebelum dan setelah modifikasi	22
2. Dimensi <i>real</i> alat	42
3. Pertambahan panjang pegas terhadap beban	45
4. Kecepatan Putaran <i>pulley</i> tiap bagian	47
5. Data waktu hasil uji kinerja alat tanpa beban	49
6. Data waktu hasil uji kinerja alat dengan beban kerupuk	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir prosedur penelitian.....	18
2. Desain alat sebelum modifikasi	21
3. Desain alat setelah modifikasi.....	21
4. Desain kerangka sebelum modifikasi.....	23
5. Desain kerangka setelah modifikasi.....	24
6. Desain rak sebelum modifikasi	25
7. Desain rak setelah modifikasi	25
8. Desain boks sebelum modifikasi.....	27
9. Desain boks setelah modifikasi.....	27
10. Desain <i>pulley</i> sebelum modifikasi	29
11. Desain <i>pulley</i> setelah modifikasi.....	30
12. Desain pegas.....	31
13. <i>Prototipe</i> alat	37
14. Penambahan <i>bearing</i> pada ujung kerangka pertama	39
15. Perubahan pada <i>pulley</i> besar	40
16. Penambahan tali pada <i>pulley</i> kecil	40
17. Penambahan plat pada boks	41
18. Ilustrasi pergerakan rak dan boks	44
19. Ilustrasi pergerakan boks	47
20. Grafik perubahan kecepatan <i>pulley</i>	48

21. Rak bergerak masuk ke dalam boks	51
22. Kerapian susunan rak	52
<i>Lampiran</i>	
23. Sketsa <i>pulley</i> hasil modifikasi	62
24. Segitiga dengan sisi r_1 dan r_3	62
25. Segitiga dengan sisi r_1 dan r_2	63
26. Pemotongan bambu dengan tatah	67
27. Pengelasan roda rak	67
28. Rak tampak atas	68
29. Rak tampak bawah	68
30. Pembuatan boks	69
31. Pengelasan besi behel pada <i>pulley</i>	69
32. Pengujian pegas	70
33. Peletakan kerupuk di rak	70

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kerupuk merupakan salah satu makanan ringan yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia dan sering dijadikan sebagai pelengkap berbagai sajian makanan atau sebagai lauk pauk. Sehingga dapat dikatakan kerupuk merupakan makanan yang tidak bisa lepas dari kehidupan masyarakat untuk dikonsumsi. Maka produksi kerupuk harus tetap berjalan agar kebutuhan konsumen tetap terpenuhi. Salah satu proses produksi kerupuk adalah proses pengeringan yang kebanyakan dilakukan oleh masyarakat masih secara konvensional, yaitu dengan memanfaatkan panas matahari (Syafriyudin dan Purwanto, 2009).

Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air bahan hingga mencapai kadar air tertentu sehingga menghambat laju kerusakan bahan akibat aktivitas biologi dan kimia (Sinurat dan Murniyati, 2014). Proses pengeringan secara umum dapat dilakukan dengan cara alami maupun buatan. Pengeringan cara alami menggunakan matahari sebagai sumber panas. Pengeringan buatan adalah cara pengeringan dengan menggunakan bahan bakar. Prinsip kerjanya adalah pemanasan secara konduksi (penghantaran panas) atau konveksi (pengaliran panas) yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan pangan (Napitupulu dan Tua, 2012). Pengeringan dengan energi matahari lebih murah karena tidak perlu

membayar untuk mendapatkannya. Penjemuran biasanya dilakukan di tempat yang terbuka sehingga mendapatkan sinar matahari secara langsung (Mulyanah dan Hellyana, 2015).

Kegiatan pengeringan di bawah sinar matahari biasanya dilakukan dengan menjemur produk di atas lantai semen, terpal, atau rak pengering para-para. Dari beberapa cara tersebut, pengeringan dengan menggunakan para-para adalah yang paling efektif. Hal tersebut dikarenakan produk yang dikeringkan akan lebih terjaga kebersihannya dibandingkan dengan terpal atau lantai semen karena bahan tidak mudah tercampur dengan kotoran (Setiawan, dkk., 2014).

Proses penjemuran kerupuk pada dasarnya sudah menggunakan rak para-para, namun proses pemindahannya masih secara manual sehingga memerlukan waktu yang cukup lama. Ketika hujan tiba-tiba turun maka produsen mendapat masalah dimana produk yang dijemur menjadi basah dan bahkan rusak. Selain itu membutuhkan tenaga yang cukup banyak karena harus memindahkan dan menyusun wadah pengering satu per satu.

Dalam penelitian Saputra (2014) telah dibuat alat penjemur para-para untuk pengeringan gabah dan kedelai yang dapat memindahkan rak secara semi mekanis sehingga dapat mempercepat proses pemindahan rak pengering ketika penjemuran selesai dilakukan atau ketika tiba-tiba terjadi hujan. Rak pada alat tersebut menggunakan kawat *stremis* yang jika digunakan untuk penjemuran kerupuk akan menyebabkan kerupuk terkontaminasi karat. Selain itu rak yang berukuran 75 cm x 59 cm x 7,5 cm mengakibatkan kapasitas alat kurang maksimal. Untuk memperbesar kapasitas alat dapat dilakukan dengan memperluas ukuran rak.

Ketinggian rak juga dapat dikurangi agar daya tampung boks lebih banyak. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi agar alat tersebut dapat digunakan untuk penjemuran kerupuk.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu :

- a) Modifikasi apa yang dapat dilakukan agar alat tersebut dapat digunakan untuk penjemuran kerupuk ?
- b) Bagaimana hasil uji kinerja alat setelah dimodifikasi ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dimodifikasi sebuah alat yang dapat memindahkan dan menyusun rak secara semi mekanis ketika penjemuran kerupuk telah selesai dilakukan atau pada kondisi dimana kerupuk tidak dimungkinkan untuk dijemur.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a) Memodifikasi alat penjemur para-para semi mekanis agar dapat digunakan untuk pengeringan kerupuk.
- b) Melakukan uji kinerja alat setelah dimodifikasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian diharapkan alat penjemur para-para semi mekanis ini dapat menghemat waktu dan tenaga operator dengan mempercepat proses pemindahan dan penyusunan rak pengering kerupuk. Selain itu diharapkan juga dapat memberikan informasi kepada produsen kerupuk mengenai rancangan alat ini sehingga dapat mempermudah pada saat proses penjemuran kerupuk.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kerupuk

Kerupuk adalah makanan ringan yang dibuat dari adonan tepung tapioka dicampur bahan perasa seperti udang atau ikan. Kerupuk dibuat dengan mengukus adonan sebelum dipotong tipis-tipis, dikeringkan di bawah sinar matahari dan digoreng dengan minyak goreng yang banyak. Kerupuk bertekstur garing dan sering dijadikan pelengkap untuk berbagai makanan Indonesia seperti nasi goreng dan gado-gado. Bahan baku pembuatan kerupuk tidak hanya menggunakan tepung tapioka saja, tetapi dapat digantikan dengan bahan baku lain seperti tepung ubi kayu, tepung ubi jalar, wortel. Biasanya kerupuk dimodifikasi dengan udang atau ikan untuk menambah rasa gurih serta menambah aroma kerupuk untuk menambah daya tarik konsumen untuk mengkonsumsinya (Sugito, dkk., 2013).

Secara umum karakteristik fisik yang digunakan untuk mengetahui kualitas kerupuk dapat dilihat melalui daya kembang kerupuk, daya penyerapan minyak dan kerenyahan (Nurul, dkk., 2009). Daya kembang kerupuk dipengaruhi oleh proses gelatinisasi selama pemasakan. Kerenyahan kerupuk juga dipengaruhi oleh daya kembang, semakin besar daya kembang kerupuk ikan, maka kerenyahannya akan semakin besar. Daya penyerapan minyak pada kerupuk saat

digoreng dipengaruhi oleh kandungan protein dalam kerupuk, semakin besar kandungan protein dalam kerupuk, maka daya serap minyak akan semakin kecil (Zulfahmi, dkk., 2014).

2.2. Proses Pembuatan Kerupuk

Pembuatan kerupuk meliputi tujuh tahap proses yaitu pembuatan adonan, pencetakan, pengukusan, pendinginan, pengirisan, pengeringan, dan penggorengan.

a) Pembuatan Adonan

Tahap ini merupakan tahap yang penting dalam pembuatan kerupuk. Faktor terpenting dalam pembuatan adonan adalah homogenitas adonan, karena sifat ini akan mempengaruhi keseragaman produk akhir yang dihasilkan. Pengadukan dapat berpengaruh terhadap daya kembang kerupuk, yaitu hubungannya dengan pengumpulan udara dan gas. Pencampuran adonan yang tidak homogen dapat menyebabkan penurunan gelatinisasi pati sehingga volume pengembangan menurun dan menghasilkan karakteristik pengembangan yang kurang baik.

b) Pencetakan Adonan

Pencetakan adonan dimaksudkan untuk memperoleh bentuk dan ukuran yang seragam. Keseragaman ukuran penting untuk pembuatan kerupuk agar memperoleh penampakan dan penetrasi panas yang merata sehingga memudahkan proses penggorengan dan menghasilkan kerupuk goreng dengan warna yang seragam (Lavlinesia, 1995 dalam Pratiwi, 2007).

c) Pengukusan

Pada dasarnya pengukusan adalah proses pemanasan bahan pangan dengan uap atau air panas secara langsung pada suhu kurang dari 100 °C selama kurang lebih 10 menit. Pengukusan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam bahan baku, sehingga tekstur bahan menjadi kompak. Waktu pengukusan yang kurang atau lebih akan mengakibatkan penurunan mutu produk yang dihasilkan. Pengukusan yang terlalu lama akan menyebabkan berkurangnya kadar air bahan, menurunkan berat produk, terjadinya denaturasi protein, serta berpengaruh terhadap daya kembang produk akhir.

d) Pendinginan

Sebelum diiris adonan diangin-anginkan selama dua malam dengan tujuan agar adonan yang dihasilkan cukup keras sehingga memudahkan dalam pengirisan. Pendinginan ini juga dapat dilakukan dalam refrigerator dengan waktu yang lebih pendek.

e) Pengirisan

Pengirisan dapat dilakukan ketika adonan telah menjadi padat dan keras namun elastis. Tujuan dari pengirisan adalah untuk memperoleh lempengan tipis dengan ketebalan yang diinginkan (2-3 mm) sehingga mudah untuk dikeringkan dan apabila digoreng akan diperoleh produk yang kering dan renyah. Keseragaman ukuran sangat penting untuk memperoleh penampakan yang baik, agar penetrasi panas merata pada saat pengolahan. Ketebalan ukuran akan berpengaruh pada jumlah minyak yang diserap selama penggorengan.

f) Pengerinan

Kerupuk mentah yang digoreng tanpa pengerinan akan menghasilkan kerupuk goreng yang tidak mengembang, keras, dan permukaan tidak merata. Agar dapat mengembang, gel pati kerupuk memerlukan tekanan uap yang maksimum pada proses penggorengan, untuk itu diperlukan tingkat kadar air tertentu pada kerupuk mentah.

g) Penggorengan

Secara umum penggorengan kerupuk dilakukan dengan menggoreng kerupuk langsung dalam minyak panas dengan menggunakan minyak yang banyak sehingga kerupuk terendam. Ada beberapa jenis kerupuk seperti kerupuk Palembang dan kerupuk aci harus digoreng dua kali, yaitu menggoreng dalam minyak dingin atau hangat terlebih dahulu baru pada minyak panas untuk mendapatkan kemekaran yang baik (Wiriano, 1984 dalam Pratiwi, 2007).

2.3. Pengerinan

Pengerinan adalah proses perlakuan yang sangat penting untuk produk pertanian dan industri. Pengerinan adalah proses menghilangkan kelembaban dari produk. Pengerinan mengurangi pertumbuhan bakteri dalam produk. Hal tersebut akan membantu untuk mengawetkan produk untuk waktu yang lama. Pengerinan surya atau dengan panas matahari adalah metode tertua dari produk pengerinan. Pengerinan surya udara terbuka adalah metode yang sering digunakan untuk mengeringkan produk pertanian (Chaudhari dan Salve, 2014).

Pengeringan merupakan proses penurunan kadar air bahan sampai mencapai kadar air tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan produk akibat aktivitas biologi dan kimia. Pengeringan pada dasarnya merupakan proses pemindahan energi yang digunakan untuk menguapkan air yang berada dalam bahan, sehingga mencapai kadar air tertentu agar kerusakan pangan dapat diperlambat.

Kelembaban udara ruang pengering harus memenuhi syarat kelembaban udara yang diperlukan untuk pengeringan sebesar 55-60% (Pinem, 2004).

Pengeringan adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas. Secara umum keuntungannya adalah bahan menjadi awet dengan volume bahan menjadi kecil sehingga memudahkan dalam proses pengangkutan. Dengan adanya pengeringan dapat mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan akan terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama (Riansyah, dkk., 2013).

Pengeringan bertujuan agar bahan pangan tetap terjaga kualitasnya selama dalam proses penyimpanan sampai siap konsumsi dan untuk memenuhi syarat-syarat pengolahan lanjut pada bahan yang dikeringkan. Bila suatu produk pangan yang disimpan masih dalam keadaan basah, maka produk tersebut akan cepat mengalami pembusukan ataupun ditumbuhi jamur yang sangat mudah tumbuh dalam keadaan lembab. Sedangkan pada saat dikeringkan, kadar air bahan pangan akan turun sehingga pertumbuhan mikroba serta jamur dapat dicegah (Pamungkas, dkk., 2008).

2.4. Proses Pengeringan

Proses pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap air secara simultan.

Proses ini memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang

dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Prinsip pengeringan

biasanya akan melibatkan dua kejadian. Pertama, panas harus diberikan pada

bahan yang akan dikeringkan. Kedua, air harus dikeluarkan dari dalam bahan.

Dua fenomena ini menyangkut pindah panas ke dalam dan pindah massa keluar.

Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air bahan ke udara karena perbedaan kandungan uapair antara udara dengan bahan yang dikeringkan.

Penguapan terjadi apabila air yang dikandung oleh suatu bahan teruap. Ketika

panas diberikan ke bahan tersebut. Panas ini dapat diberikan melalui berbagai

sumber, seperti api, minyak atau gas, arang ataupun tenaga surya.

Peristiwa yang terjadi selama proses pengeringan yaitu proses perpindahan panas

dan massa. Proses pemindahan panas, yaitu proses yang terjadi karena perbedaan

temperatur. Panas yang dialirkan akan meningkatkan suhu bahan yang lebih

rendah sehingga menyebabkan tekanan uap air didalam bahan lebih tinggi dari

tekanan uap air diudara. Proses pemindahan massa, yaitu suatu proses yang

terjadi karena kelembaban relatif udara pengering lebih rendah dari kelembaban

relatif bahan. Panas yang dialirkan diatas permukaan bahan akan meningkatkan

uap air bahan sehingga tekanan uap air akan lebih tinggi dari tekanan uap udara ke

pengering (Wignyanto dan Lestari, 2015).

2.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan ada dua golongan yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengering dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan.

Faktor yang berhubungan dengan udara pengering meliputi suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering, dan kelembaban udara. Sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan meliputi ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial dalam bahan (Sulaiman, 2014).

Pengeringan bahan pangan sangatlah tergantung pada sifat bahan itu sendiri.

Selain itu juga sangat tergantung pada faktor dari alat (metode) yang digunakan dalam proses pengeringan. Hubungan antara tingkat difusifitas suatu produk dengan laju pengeringannya akan mempengaruhi tingkat efektivitas pengeringan produk tersebut. Semakin tinggi tingkat difusifitas dari suatu produk maka akan semakin tinggi pula laju pengeringannya. Untuk meningkatkan difusifitas produk tersebut dapat dilakukan dengan memperbesar porositas bahan tersebut. Semakin besar porositas bahan maka air yang terkandung dalam suatu bahan akan lebih mudah teruapkan sehingga nilai difusifitasnya akan mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan laju pengeringannya (Pamungkas, dkk., 2008).

2.6. Macam-Macam Pengeringan

Proses pengeringan secara umum dapat dilakukan dengan cara alami maupun buatan. Pengeringan cara alami menggunakan matahari sebagai sumber panas dan biasanya dilakukan secara terbuka. Pengeringan buatan adalah cara pengeringan dengan menggunakan bahan bakar. Prinsip kerjanya adalah pemanasan secara

konduksi (penghantaran panas) atau konveksi (pengaliran panas) yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan pangan.

2.6.1. Pengeringan Alami

Pengeringan alami yang memanfaatkan energi alam seperti sinar matahari dan kecepatan angin yang berhembus sehingga terjadi proses pengeringan bahan.

Pengeringan ini dilakukan secara terbuka, membutuhkan hembusan angin yang besar dari udara sehingga pengeringan berlangsung lambat. Pengeringan secara terbuka menyebabkan rawan kontaminasi dari udara, debu dan kerikil dari lingkungan sekitar. Selain itu, pengeringan ini dilakukan hanya jika cuaca memungkinkan. Pengeringan ini membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak, waktu yang dibutuhkan juga sangat lama dan sangat bergantung dengan cuaca karena jika cuaca buruk misalnya cuaca sedang hujan atau tidak ada matahari maka pengeringan ini tidak dapat dilakukan (Napitupulu dan Tua, 2012).

Pengeringan alami yang biasa dilakukan petani yaitu bahan dijemur menggunakan alas atau lantai jemur. Selain itu cara lainnya adalah meletakkan bahan pada ketinggian tertentu dengan menggunakan rak (rak para-para).

a) Pengeringan dengan Alas atau Lantai Jemur

Penjemuran menggunakan lantai jemur dapat dilakukan dengan berbagai bentuk lantai atau ditambah alas. Berbagai alas penjemuran dapat berupa lantai semen yang merupakan alas penjemuran terbaik. Permukaan lantai dapat dibuat rata atau bergelombang. Lantai jemur rata pembuatannya lebih mudah dan murah, namun tidak dapat mengalirkan air hujan secara cepat bahkan menyebabkan genangan air

yang dapat merusakkan bahan yang dijemur. Lantai jemur bergelombang lebih dianjurkan, karena dapat mengalirkan sisa air hujan dengan cepat. Pada lantai jemur bergelombang ini, jika terjadi hujan tiba-tiba dapat dilakukan pengumpulan material secara cepat untuk mencegah terjadi basahnya material (Nusyirwan, 2014).

b) Pengeringan dengan Rak Para-Para

Pengeringan dengan rak para-para merupakan pengeringan dengan menempatkan bahan pada ketinggian. Pengeringan dengan menggunakan rak para-para adalah yang paling efektif dibanding menggunakan lantai semen atau alas lain yang diletakkan dibawah. Hal tersebut dikarenakan produk yang dikeringkan akan lebih terjaga kebersihannya dibandingkan dengan terpal atau lantai semen karena bahan tidak mudah tercampur dengan kotoran (Setiawan, dkk., 2014).

2.6.2. Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan (*artificial drying*) menggunakan bahan bakar. Prinsip kerjanya adalah pemanasan secara konduksi (penghantaran panas) atau konveksi (pengaliran panas) yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan pangan berbentuk solid. Ada beberapa pengering buatan yang memiliki karakteristik berbeda dari segi bahan bakar dan mekanisme kerjanya, diantaranya adalah pengering dengan uap air, pengering kabinet (*cabinet dryer*), *rotary dryer* dan pengering surya.

a) Pengering dengan Uap Air

Uap air panas mempunyai sifat pindah panas yang lebih unggul dari pada udara pada suhu yang sama. Karena tidak ada tahanan terhadap difusi uap air dalam uap itu sendiri, laju pengeringan pada periode laju konstan hanya tergantung pada laju pindah panas. Salah satu keuntungan nyata dari pengeringan dengan uap air panas adalah bahwa luaran pengering juga uap, meskipun pada entalpi jenis lebih rendah. Dalam pengeringan dengan udara, panas laten dalam aliran gas luaran biasanya sukar dan mahal untuk digunakan kembali. Penurunan konsumsi energi merupakan keuntungan yang jelas dari alat pengering dengan menggunakan uap air panas. Keuntungan lain yaitu tidak ada reaksi oksidasi atau pembakaran dalam alat pengering uap air panas. Hal ini berarti tidak ada bahaya kebakaran atau ledakan dan juga menghasilkan mutu yang lebih baik. Massa jenis uap pada temperatur tinggi lebih rendah daripada massa jenis udara pada temperatur yang sama, sehingga secara alami uap akan lebih mudah naik jika dipanaskan hingga pada temperatur tinggi. Laju pengeringan juga dapat lebih tinggi, baik dalam periode laju konstan maupun laju menurun, tergantung pada suhu uap. Pengeringan dengan uap memungkinkan pengembunan aliran buang dalam kondenser kecil. Alat pengering uap air panas memungkinkan proses *pasteurisasi*, *sterilisasi* dan *deodorisasi* produk pangan (Napitupulu dan Tua, 2012).

b) Pengering Kabinet (*Cabinet Dryer*)

Cabinet dryer merupakan alat pengering yang menggunakan udara panas dalam ruang tertutup (*chamber*). Ada dua tipe yaitu *tray dryer* dan *vacuum dryer*. *Vacuum dryer* menggunakan pompa dalam penghembusan udara, sedangkan pada

tray dryer tidak menggunakan pompa. Kelemahan *cabinet dryer* adalah kurangnya pengontrolan aliran udara yang bergerak sehingga bila aliran udara terlalu kencang, menyebabkan aliran turbulen dalam *chamber*, yang menghambat pengeringan produk bahan pangan. Produk yang sesuai dikeringkan dengan alat ini adalah produk yang memiliki keseragaman yang tinggi. Metode ini menggunakan alat pengering sistem *batch* dengan proses pengeringan dilakukan menggunakan suhu yang konstan. Pada jenis alat ini terdiri dari ruang tertutup yang dilengkapi dengan alat pemanas, kipas sirkulasi udara serta *inlet* dan *outlet* udaranya (Napitupulu dan Tua, 2012).

c) *Rotary Dryer*

Rotary dryer atau bisa disebut *drum dryer* merupakan alat pengering yang berbentuk sebuah drum dan berputar secara kontinu yang dipanaskan dengan tungku atau *gasifier*. *Rotary dryer* sudah sangat dikenal luas di kalangan industri karena proses pengeringannya jarang menghadapi kegagalan baik dari segi output kualitas maupun kuantitas. Namun sejak terjadinya kelangkaan dan mahalnya bahan bakar minyak dan gas, maka teknologi *rotary dryer* mulai dikembangkan untuk berdampingan dengan teknologi bahan bakar substitusi seperti *burner*, batubara, gas sintesis dan sebagainya. Pengereng *rotary dryer* biasa digunakan untuk mengeringkan bahan yang berbentuk bubuk, granula, gumpalan partikel padat dalam ukuran besar. Pemasukkan dan pengeluaran bahan terjadi secara otomatis dan berkesinambungan akibat gerakan vibrator, putaran lubang umpan, gerakan berputar dan gaya gravitasi. Sumber panas yang digunakan dapat berasal dari energi listrik, batubara, minyak tanah dan gas (Zikri, dkk., 2015).

d) Pengereng Surya

Berdasarkan cara pemanfaatan energi surya, maka dikenal dua macam alat pengereng energi surya yaitu tipe radiasi langsung dan tidak langsung. Tipe radiasi langsung bekerja dengan cara meneruskan radiasi langsung menuju bahan. Sedangkan tipe tidak langsung yaitu panas didapat dari dinding penyekat untuk mempertahankan panas digunakan sekat transparan. Berdasarkan prinsip kerja alat pengereng energi surya terdiri atas dua jenis yaitu sistem pasif dan sistem *hybrid*. Sistem pasif yaitu pengerengan sistem pasif memanfaatkan radiasi surya dan kecepatan angin tanpa sumber energi selain energi surya. Sistem *hybrid* yaitu memanfaatkan energi surya dengan tambahan sumber energi lain seperti listrik, bahan bakar, dan lain-lain (Burlian dan Firdaus, 2011).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2017 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

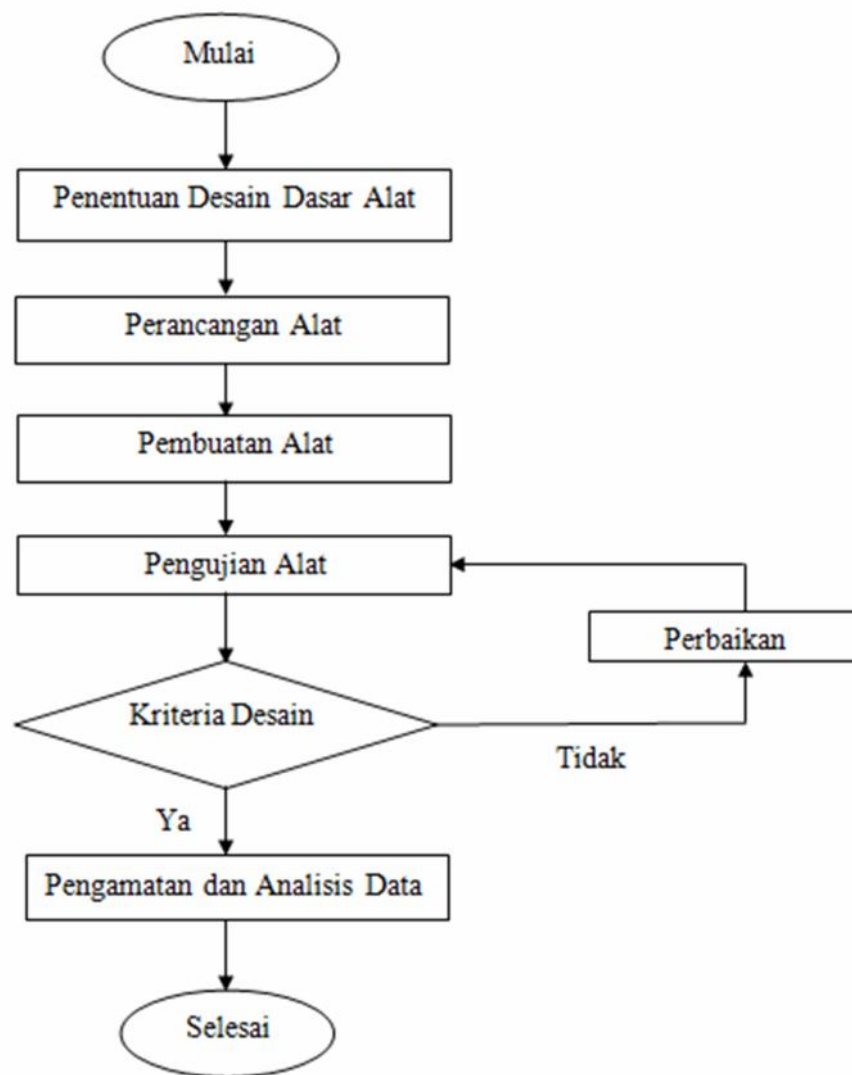
Alat-alat yang digunakan dalam modifikasi alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk ini adalah bor listrik, meteran, mistar siku, las listrik, gerinda, palu, tang, tatah, obeng, gergaji, dan ragum. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian adalah *stopwatch*, kamera, dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam modifikasi alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk ini adalah bambu, besi siku, plat *strip*, besi plat, kayu, pipa besi, mur, baut, paku, *bearing*, paku rivet, *pulley*, *pillow block*, busa, dan tali. Bahan yang dipakai dalam uji kinerja adalah kerupuk.

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap meliputi penentuan desain dasar alat, perancangan alat, pembuatan alat, pengujian alat, pengamatan dan analisis data.

Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian.

Dari diagram alir pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagaimana berikut:

a) Penentuan Desain Dasar Alat

Penentuan desain dasar alat bertujuan menentukan desain alat yang akan dibuat

b) Perancangan Alat

Perancangan alat dilakukan menggunakan program AutoCAD dengan hasil berupa gambar 3D dari alat yang akan dibuat yang disertai dengan dimensi alat tersebut.

c) Pembuatan alat

Pembuatan alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk meliputi kegiatan pengukuran bahan, pemotongan bahan, pembentukan bahan, dan perakitan.

d) Pengujian alat

Setelah semua bahan dirakit kemudian diuji coba untuk mengetahui apakah setiap komponen berfungsi dengan baik.

e) Kriteria desain

Alat yang sudah selesai dibuat dibandingkan dengan kriteria desain. Jika alat sesuai dengan kriteria desain maka akan menuju ke tahap selanjutnya dan jika alat tidak sesuai dengan kriteria desain maka akan menuju proses perbaikan.

f) Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan dan analisis data dilakukan untuk mengetahui kinerja alat.

3.3.1. Pendekatan Desain

a) Kriteria Desain

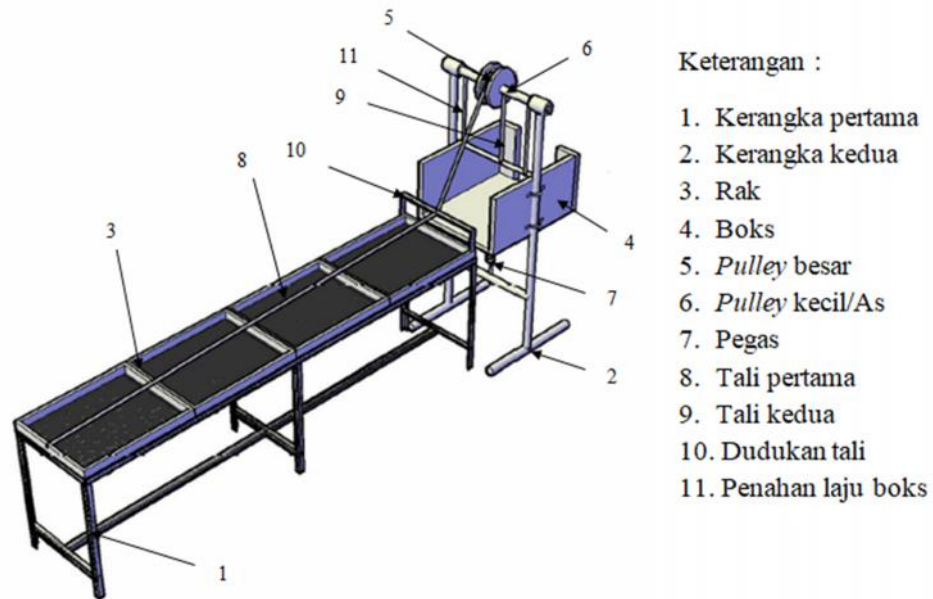
Modifikasi alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk ini diharapkan:

- 1) Alat memiliki bidang penjemuran lebih luas, rak yang pada awalnya berukuran $75 \times 59 \text{ cm}^2$ akan diubah ukurannya menjadi $70 \times 90 \text{ cm}^2$. Rak dibuat lebih tipis dari awalnya 7,5 cm menjadi 5 cm sehingga daya tampung boks lebih banyak dan kapasitas alat lebih besar.
- 2) Alat dapat berfungsi dengan baik. Alat tersebut dapat digunakan untuk penjemuran kerupuk dan mampu memindahkan dan menyusun rak secara semi mekanis.

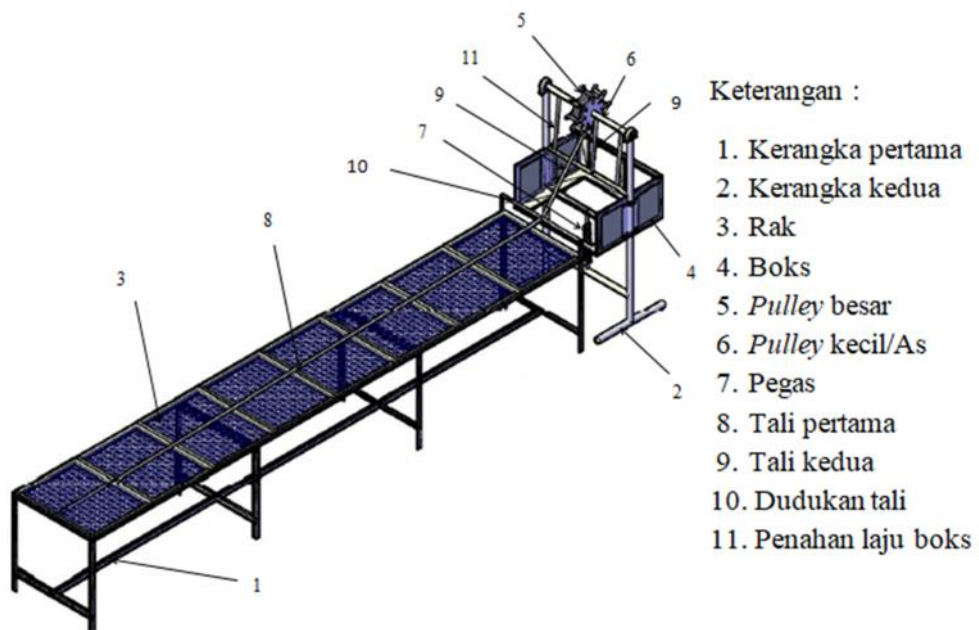
b) Rancangan Sruktural

Modifikasi alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk ini terdapat beberapa perubahan dalam penggunaan bahan dan dimensinya. Desain alat sebelum dan setelah modifikasi dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Sedangkan perubahan dimensinya dapat dilihat pada Tabel 1. Komponen alat ini terdiri dari dua buah kerangka yang masing-masing terbuat dari besi siku ukuran $3 \times 3 \text{ cm}^2$ dan pipa besi berukuran 1,5 inci; rak dari 4 buah menjadi 8 buah yang terbuat dari kayu dengan tinggi dari sebelumnya 7,5 cm menjadi 5 cm dengan bagian alasnya yang awalnya memakai kawat *strem* diubah menjadi anyaman bambu kemudian diberi empat buah roda memakai *bearing* yang awalnya berdiameter 5 cm menjadi 2,5 cm; boks yang awalnya terbuat dari kayu diubah

menjadi besi siku dengan ketebalan 0,2 cm dan plat baja ringan dengan ketebalan 0,1 cm; tali nilon berdiameter 0,5 cm dengan panjang tali pertama 700 cm dan tali kedua 100 cm; satu buah pegas dan dua penahan laju boks yang terbuat dari karet ban yang diikat dengan tali nilon dengan panjang 70 cm.



Gambar 2. Desain alat sebelum modifikasi.



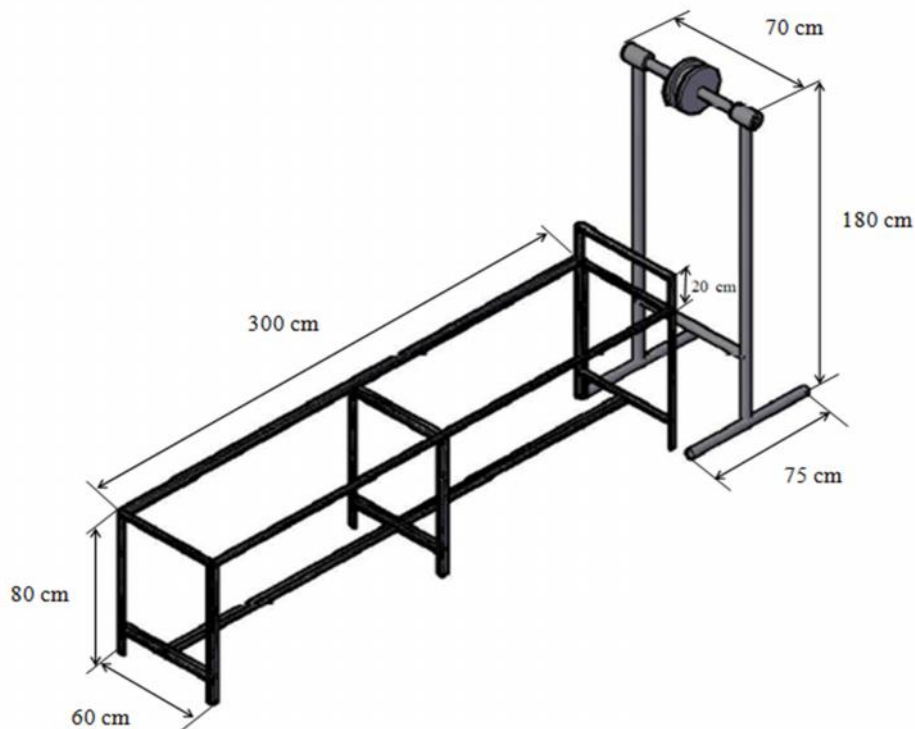
Gambar 3. Desain alat setelah modifikasi.

Tabel 1. Dimensi alat sebelum dan setelah modifikasi

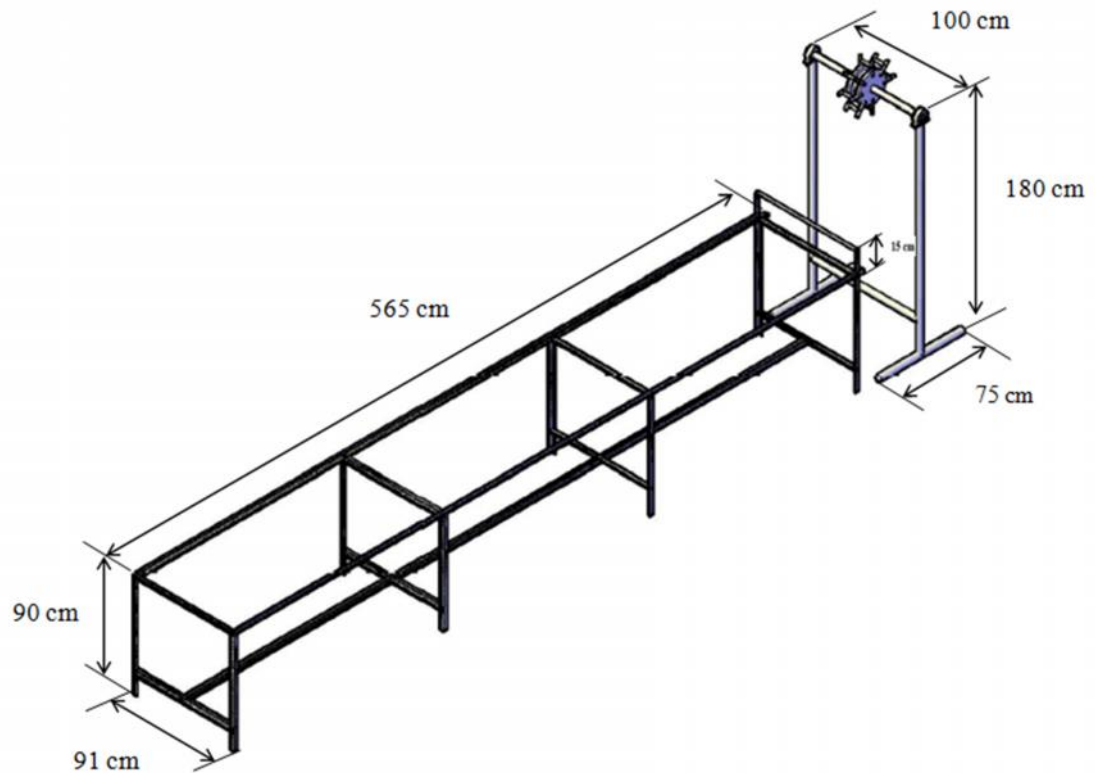
No.	Struktur Alat	Ukuran (cm)	
		Sebelum dimodifikasi	Setelah dimodifikasi
1	Kerangka		
	a) Kerangka Pertama		
	Panjang	300	565
	Lebar	60	92
	Tinggi	80	90
	Tinggi Dudukan Tali	20	15
	b) Kerangka Kedua		
	Panjang	75	75
	Lebar	70	100
	Tinggi	180	180
2	Pulley		
	a) Pulley besar		
	Keliling	75	70
	Lebar	10	8
	b) Pulley Kecil/As		
	Keliling	6,9	6,9
3	Rak		
	Panjang	75	70
	Lebar	59	90
	Tinggi	7,5	5
4	Boks		
	Panjang	77	72
	Lebar	64	92
	Tinggi	40	50
5	Tali		
	Panjang tali 1	450	700
	Panjang tali 2	100	100
	Diameter	0,5	0,5

1) Kerangka

Penjemur para-para semi mekanis ini memiliki dua buah kerangka. Desain kerangka sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 4. Bagian kerangka pertama terbuat dari besi siku dengan ukuran $3 \times 3 \text{ cm}^2$, panjang 560 cm, lebar 92 cm dan tinggi 90 cm. Pada bagian yang dekat dengan kerangka kedua terdapat tempat untuk jalur tali dengan tinggi 20 cm. Kerangka kedua terbuat dari pipa besi berdiameter 1,5 inci, lebar 75 cm dan tinggi 180 cm. Bagian atasnya terdapat dudukan untuk meletakkan *pillow block* dan bagian bawahnya terdapat tempat untuk meletakkan pegas. Secara umum setelah dimodifikasi hanya mengalami perubahan dimensi dan penambah *bearing* pada ujung kerangka untuk mempermudah laju rak masuk ke dalam boks. Desain kerangka setelah dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 5.



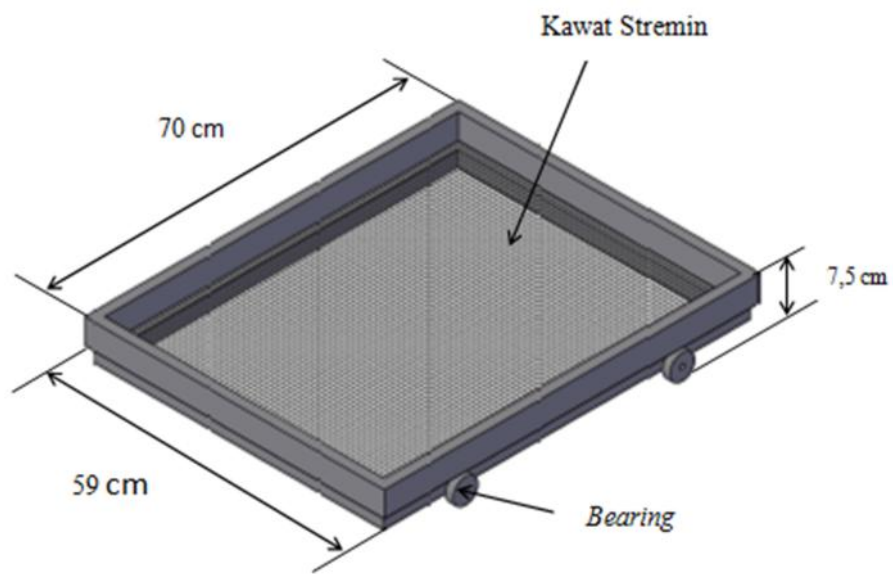
Gambar 4. Desain kerangka sebelum modifikasi.



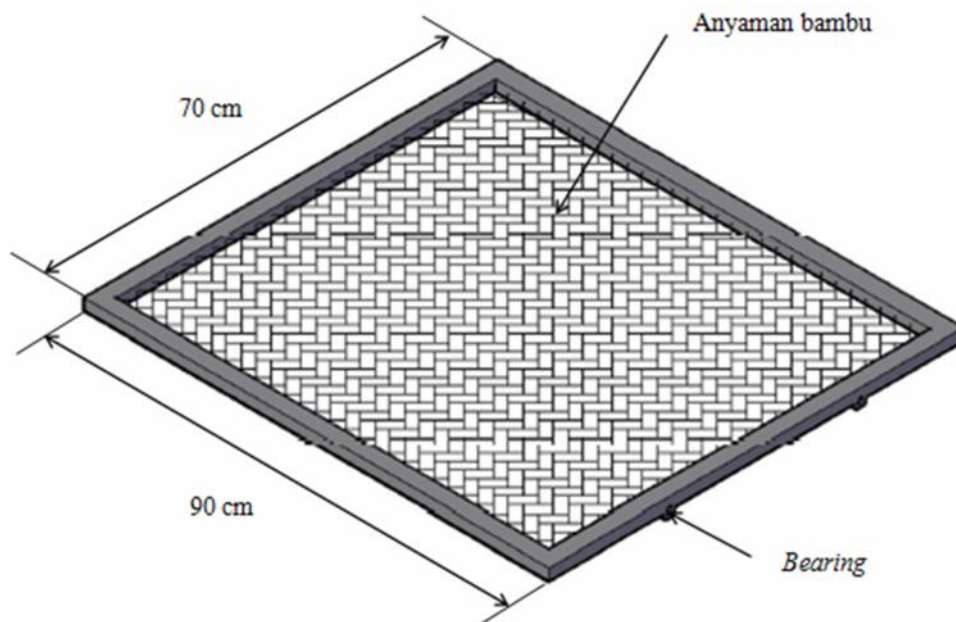
Gambar 5. Desain kerangka setelah modifikasi.

2) Rak

Sebelum modifikasi rak berjumlah 4 buah yang terbuat dari kayu dengan ketebalan 2 cm dan kawat stremin sebagai alasnya. Rak berukuran panjang 75 cm, lebar 59 cm dan tinggi 7,5 cm yang memiliki 4 buah roda (*bearing*) dengan diameter 5 cm seperti pada Gambar 6. Rak setelah modifikasi berjumlah 8 buah yang masing-masing terbuat dari kayu di sekelilingnya dengan ketebalan 2,5 cm, anyaman bambu sebagai alasnya, dan memiliki empat buah roda dengan menggunakan *bearing* berdiameter 2,5 cm. Rak ini memiliki panjang 70 cm, lebar 90 cm, dan tinggi 3,75 cm. Desain rak dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Desain rak sebelum modifikasi.



Gambar 7. Desain rak setelah modifikasi.

3) Boks

Boks sebelum modifikasi terbuat dari papan kayu dengan ketebalan 2 cm, panjang 77 cm, lebar 64 cm dan tinggi 40 cm. Boks modifikasi terbuat dari besi siku dengan ukuran $3 \times 3 \text{ cm}^2$ dan tebal 0,2 cm, plat baja ringan dengan ketebalan 0,1 cm dengan panjang boks 74 cm, lebar 94 cm, dan tinggi 50 cm. Bagian atas boks dipasang batang besi untuk dikaitkan dengan tali, bagian samping kiri dan kanan dipasang dudukan rangka masing-masing dua buah dan pada bagian belakang boks dipasang dua buah busa pada kedua sisinya untuk meredam benturan ketika rak bergerak masuk kedalam boks. Perbedaan desain boks sebelum dan setelah modifikasi dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9. Perbandingan gerakan antara rak dan boks dapat dihitung dengan persamaan (1)

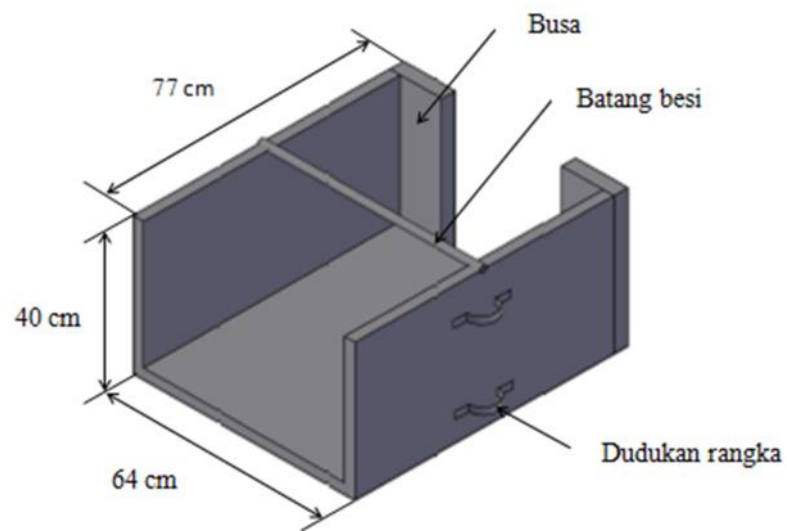
$$\frac{Y}{X} = \frac{a}{b} \dots\dots\dots (1)$$

Di mana : Y = keliling pulley besar + jari-jari tali (cm)

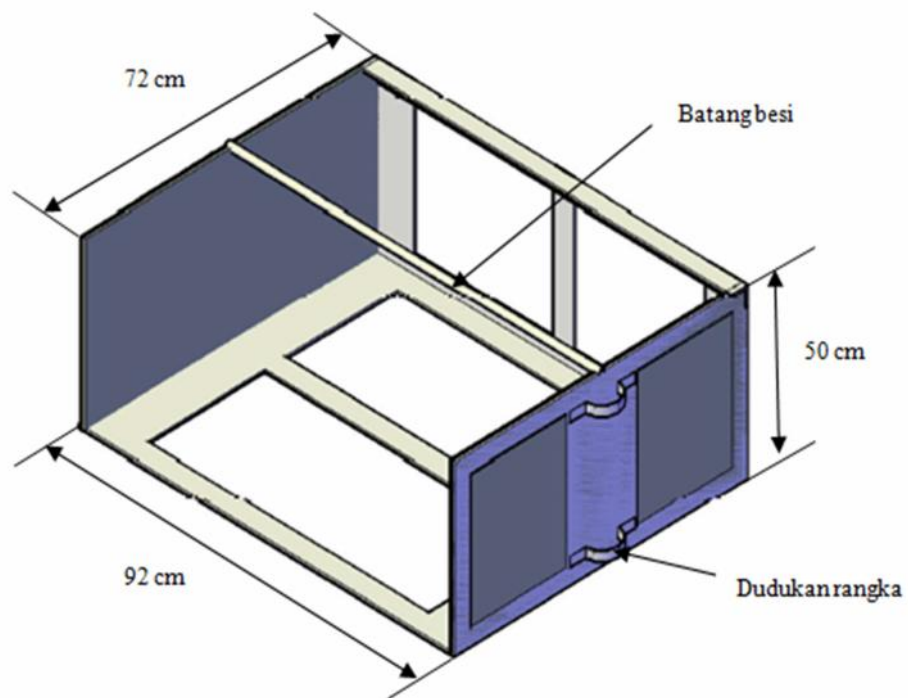
X = keliling pulley kecil + jari-jari tali (cm)

a = panjang rak (cm)

b = pergerakan boks (cm)



Gambar 8. Desain boks sebelum modifikasi.



Gambar 9. Desain Boks setelah modifikasi.

4) Tali

Alat ini menggunakan dua buah tali yang dikaitkan pada *pulley* untuk menghubungkan gerakan antara rak dan boks. Tali pertama merupakan tali yang dikaitkan pada rak dan *pulley* besar sedangkan tali kedua adalah tali yang dikaitkan pada *pulley* kecil/as dan boks. Tali yang digunakan adalah tali nilon dengan panjang tali pertama 700 cm dan diameter 0,5 cm. Tali kedua memiliki panjang 100 cm dan diameter 0,3 cm. Untuk menentukan besarnya nilai tegangan tali pada saat pengoperasian alat dapat diperoleh dengan persamaan (2).

$$T_1 \cdot R_1 = T_2 \cdot R_2 \dots\dots\dots (2)$$

Di mana : T_1 = tegangan tali pertama (kg)
 R_1 = jari-jari pulley besar (cm)
 T_2 = tegangan tali kedua (kg)
 R_2 = jari-jari pulley kecil (cm)

5) *Pulley*

Alat ini memiliki dua buah *pulley*. Sebelum modifikasi, *pulley* pertama memiliki keliling 75 cm dan lebar 10 cm. *Pulley* kedua merupakan besi as yang memiliki keliling 6,9 cm dan panjang 70 cm. Desain pulley sebelum dimodifikasi seperti pada Gambar 10. Setelah dimodifikasi *pulley* pertama memiliki keliling 98 cm dan lebar 10 cm. *Pulley* kedua merupakan besi as yang memiliki keliling 6,9 cm dan panjang 100 cm dengan kedua ujungnya terdapat *pillow block*. Perbedaan antara *pulley* sebelum dan setelah modifikasi terletak pada dimensi dan penambahan besi behel seperti pada Gambar 11. Kecepatan putaran *pulley* dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$v = \omega \cdot r = \frac{2\pi}{T} \cdot r \quad \dots\dots\dots (3)$$

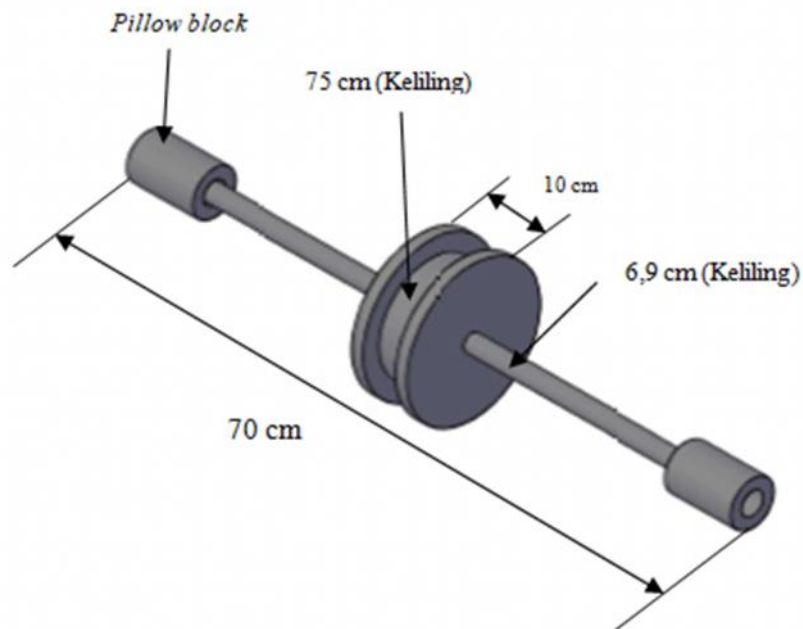
Dimana :

v = Kecepatan putaran *pulley* (cm/s)

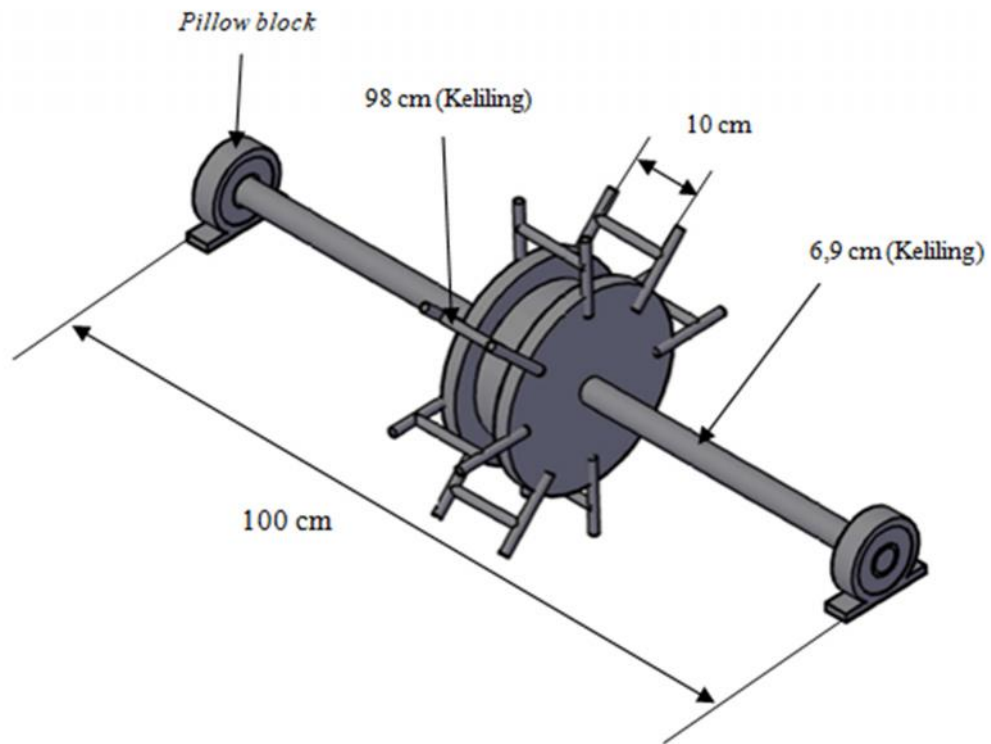
ω = kecepatan sudut (rad/s)

r = Jari-jari *pulley* (cm)

T = Periode (detik)



Gambar 10. Desain *pulley* sebelum modifikasi.



Gambar 11. Desain *pulley* setelah modifikasi.

6) Pegas

Pegas yang digunakan seperti pada Gambar 12. Gaya pada pegas dapat diketahui dengan cara memberi beban kepada pegas sebanyak 3 kali atau lebih. Dari masing-masing beban kita akan mendapatkan pertambahan panjang pegas yang berbeda. Data pertambahan panjang pegas terhadap beban kemudian dimasukkan ke dalam tabel dan dicari bentuk persamaannya. Persamaan gaya pada pegas secara umum yaitu:

$$F = k \cdot x \quad \dots\dots\dots (4)$$

Di mana: F = gaya pegas (N)

k = konstanta pegas (N/m)

x = pertambahan panjang pegas (m)



Gambar 12. Desain Pegas.

7) Penahan laju boks

Alat ini memiliki dua buah penahan laju boks dengan menggunakan tali. Tali yang digunakan memiliki panjang 100 cm dan diameter 0,5 cm. Untuk mengetahui tegangan tali dengan mengetahui berat boks dan rak yang masuk.

c) Rancangan Fungsional

Alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk ini terdiri dari beberapa komponen yaitu kerangka, rak, boks, tali, *pulley*, pegas dan penahan laju rak.

1) Kerangka

Penjemur para-para semi mekanis ini memiliki dua buah kerangka. Fungsi kerangka pertama adalah untuk meletakkan rak-rak yang berisi kerupuk yang akan dijemur, jalur untuk tali dan jalur lintasan rak-rak yang akan bergerak masuk ke dalam boks. Fungsi kerangka kedua sebagai tiang penyangga boks dan penopang komponen-komponen lainnya.

2) Rak

Rak berfungsi sebagai tempat meletakkan kerupuk yang akan dijemur. Alat ini memiliki rak berjumlah 8 buah dan masing-masing memiliki empat buah roda. Ketika selesai menjemur kait pada rak paling ujung terhadap boks dilepas

sehingga tarikan dari pegas akan menggerakkan rak mengikuti lintasannya dan tersusun satu per satu ke dalam boks.

3) Boks

Boks pada penjemur para-para semi mekanis ini berfungsi sebagai wadah atau tempat rak-rak yang telah tersusun. Mulanya posisi boks sejajar dengan lintasan kemudian ketika satu rak telah masuk maka posisi boks akan turun sejauh tinggi satu rak sehingga rak berikutnya akan tersusun di atas rak yang pertama, dan seterusnya. Pemasangan alat pada boks dibuat sedikit menurun ke belakang dengan tujuan agar rak yang telah masuk pada boks posisinya kokoh sehingga rak yang telah masuk ke dalam boks tidak bergerak keluar.

4) Tali

Penjemur para-para semi mekanis ini menggunakan dua buah tali yang dikaitkan pada *pulley* untuk menghubungkan gerakan antara rak dan boks. Ujung tali pertama dikaitkan pada rak yang posisinya berada paling jauh dengan boks kemudian ujung satunya dikaitkan ke *pulley* besar dan ujung tali kedua dikaitkan pada boks dan *pulley* kecil.

5) *Pulley*

Pulley berfungsi untuk mengatur pergerakan rak dan boks secara teratur.

Penjemur para-para semi mekanis ini memiliki dua buah *pulley* yang terdiri dari *pulley* besar dan *pulley* kecil dimana masing-masing *pulley* memiliki fungsinya sendiri. Kedua *pulley* diletakkan di bagian atas boks dengan dipasang bergandengan dengan tujuan ketika rak bergerak ke arah boks, *pulley* besar akan

menggulung tali yang dikaitkan pada rak. Pada waktu yang bersamaan *pulley* kecil akan mengulur tali yang diikatkan pada boks.

6) Pegas

Pegas berfungsi memberikan tarikan pada komponen lainnya. Ketika kait pada rak paling ujung dilepas maka pegas yang dikaitkan pada boks akan menarik tali pada *pulley* kecil sehingga tali turun. Pada saat yang bersamaan *pulley* besar justru menggulung tali yang dikaitkan pada rak sehingga rak bergerak masuk ke dalam boks.

7) Penahan laju boks

Penahan laju boks berfungsi memperlambat gerakan rak ketika rak terakhir bergerak masuk ke dalam boks maka secara otomatis gerakan rak akan melambat pula sehingga bahan yang berada di dalamnya tidak tertumpah.

3.3.2. Pembuatan Alat

Proses pembuatan alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk diawali dengan menyediakan bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan. Pembuatan rak dilakukan dengan memotong dan mengelas plat *strip* sesuai ukuran rak yang didesain. Setelah itu dibor dan dipasang empat buah *bearing* sebagai roda. Anyaman bambu dipotong sesuai ukuran dan pada bagian tepi dipasang kayu. Kedua kerangka dibuat dengan besi siku dan besi pipa yang telah diukur kemudian dipotong dan dirangkai sesuai rancangan dengan las hingga terbentuk kerangka. Pembuatan boks dilakukan dengan mengukur dan memotong bahan yang terdiri dari besi siku, besi pipa dan plat baja ringan. Kemudian

dirangkai sesuai rancangan dengan las. Dua buah penahan laju boks dibuat dengan tali yang dikaitkan pada boks. *Pulley* dibuat dengan menggunakan plat baja ringan yang dipotong sesuai ukuran dan dirangkai sesuai rancangan. Bagian tengahnya diberi as dan kedua ujungnya dihubungkan dengan *pillow block*. Tahap akhir yaitu penyusunan komponen-komponen alat dengan cara disusun sesuai tata letaknya. Pertama meletakkan kedua kerangka secara sejajar. Selanjutnya rak-rak beroda disusun sejajar di atas lintasannya pada rangka, kemudian ujung tali pertama dikaitkan pada rak tang posisinya paling jauh dengan boks dan ujung yang lain dikaitkan pada *pulley* besar. Tali kedua dikaitkan pada *pulley* kecil atau besi as dan batang boks. Setelah itu ujung pegas dikaitkan pada bagian bawah boks dan dudukan pegas pada kerangka kedua. Kedua karet ban dilingkarkan pada besi as di kiri dan kanan lalu keduanya diikat dengan tali kemudian ujung tali yang lain diikatkan pada batang besi boks. Setelah selesai dirangkai maka dapat dilakukan pengujian alat.

3.3.3. Cara Pengoperasian Alat

Setelah semua komponen alat tersusun, alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk ini dapat dioperasikan dengan cara menarik rak paling atas yang tersusun dalam boks, kemudian dikaitkan pada ujung kerangka pertama. Rak yang lain disusun sejajar dengan rak pertama dengan cara diangkat. Setelah semua rak tersusun maka kerupuk dapat diletakkan pada rak untuk memulai penjemuran. Mekanisme penyusunan rak ke dalam boks dilakukan dengan cara melepas kait pada rak. Ketika kait pada rak paling ujung dilepas maka pegas yang dikaitkan pada boks akan menarik tali pada *pulley* kecil/as sehingga tali turun.

Pada saat yang bersamaan *pulley* besar justru menggulung tali yang dikaitkan pada rak sehingga rak bergerak masuk ke dalam boks.

3.3.4. Uji Kinerja Alat

a) Tanpa Beban

Uji kinerja alat tanpa beban (rak tidak berisi kerupuk) dilakukan untuk mengetahui setiap komponen dapat bekerja dengan baik. Ketika penyangga yang dikaitkan pada rak dilepaskan, tarikan pegas yang dihubungkan dengan tali akan menarik rak-rak yang tersusun dan bergerak ke arah boks. Kemudian satu per satu rak akan masuk ke dalam boks. Mulanya posisi boks sejajar dengan lintasan kemudian ketika satu rak telah masuk maka posisi rak akan turun sejauh tinggi satu rak sehingga rak berikutnya akan tersusun di atas rak pertama, demikian seterusnya sampai semua rak tersusun ke dalam boks. Pada pengujian ini alat akan dioperasikan dengan 5 kali ulangan.

b) Dengan Beban

Uji kinerja alat dengan beban yaitu rak berisi kerupuk. Uji ini dilakukan untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik ketika dioperasikan dengan bahan atau produk yang dijemur. Pada pengujian ini alat akan dioperasikan dengan 5 kali ulangan.

3.3.4. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada proses pengujian alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk ini adalah:

a) Gerakan rak

Pengamatan ini dilakukan dengan mengamati kelancaran pergerakan rak yang bergerak masuk dan tersusun ke dalam boks.

b) Waktu pindah rak ke dalam boks

Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk pengoperasian alat dimulai dari kait atau penyangga pada rak dilepaskan sampai rak tersusun ke dalam boks.

c) Kerapian rak tersusun

Mengamati rak yang bergerak masuk satu persatu dan kerapian susunan rak yang masuk ke dalam boks.

d) Bahan tertumpah

Mengamati bahan yang tertumpah pada saat rak bergerak sampai tersusun ke dalam boks bahan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- a) Telah dihasilkan modifikasi alat penjemur para-para semi mekanis untuk pengeringan kerupuk yang secara keseluruhan memiliki ukuran panjang 640 cm, lebar 100 cm dan tinggi 196 cm dengan jumlah rak 8 buah yang masing-masing berukuran panjang 70 cm, lebar 90 cm dan tinggi 5 cm.
- b) Hasil uji kinerja alat yang memiliki panjang lintasan 560 cm diperoleh waktu rata-rata penyusunan seluruh rak yang berisi kerupuk ke dalam boks sebesar 21,88 detik.

5.2. SARAN

Setelah dilakukan pengujian, maka disarankan untuk menggunakan *pulley* besar yang bulat agar tali tidak mudah keluar dari jalurnya dan kerangka kedua dibuat lebih stabil. Selain itu penggunaan roda rak yang kecil perlu dipertimbangkan karena kesulitan pada saat pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Burlian, F. dan Firdaus, A. 2011. Kaji Esperimental Alat Pengering Kerupuk Tenaga Surya Tipe Box Menggunakan Konsentrator Cermin Datar. *Prosiding Seminar Nasional AvoER ke-3*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Chaudhari, A.D. dan Salve, S.P. 2014. A Review of Solar Dryer Technologies. *International Journal of Research in Advent Technologies*. Vol. 2(2): 218 – 232.
- Lavlinesia. 1995. Kajian Beberapa Faktor Pengembangan Volumetrik dan Kerenyahan Kerupuk Ikan. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mulyanah, E. dan Hellyana, C.M. 2015. Perancangan dan Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ATmega16. *Jurnal Evolusi*. Vol. 3(2): 43 – 47.
- Napitupulu, F.H. dan Tua, P.M. 2012. Perancangan dan Pengujian Alat Pengering Kakao dengan Tipe Cabinet Dryer untuk Kapasitas 7,5 kg Per-Siklus. *Jurnal Dinamis*. Vol. 2(10): 8 – 18.
- Nurul, H., Boni, I. dan Noryati, I. 2009. The Effect of Different Ratios of Dory Fish of Tapioca Flour on the Linear Expansion , Oil Absorpsion , Colour and Hardness of Fish Cracker. *International Food Research Journal*. Vol. 16: 159 – 165.
- Nusyirwan. 2014. Kajian Pengering Gabah dengan Wadah Pengering Berbentuk Silinder dan Mekanisme Pengaduk Putar. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder*. Vol. 1(2): 45 – 52.
- Pamungkas, W.H., Bintoro, N., Rahayu, S. dan Rahardjo, B. 2008. Perubahan Konstanta Laju Pengeringan Pasta dengan Perlakuan Awal Puffing Udara. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian*. Yogyakarta.
- Pinem, M.D. 2004. Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Teri Kapasitas 12 kg/Jam. *Jurnal Teknik Simetrika*. Vol. 3(3): 255 – 259.
- Pratiwi, A. 2007. Pengaruh Penambahan Tepung Daging Sapi dalam Adonan terhadap Kandungan Gizi, Sifat Fisik dan Sensori Kerupuk Tapioka. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Riansyah, A., Supriadi, A. dan Nopianti, R. 2013. Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Karakteristik Ikan Asin Sepat Siam (*Trichogaster Pectoralis*) dengan Menggunakan Oven. *Jurnal Fitech*. Vol. 2(1): 53 – 68.
- Saputra, H., Tamrin dan Kadir, M.Z. 2016. Rancang Bangun Alat Penyusun Rak Penjemuran Diatas Para-Para ke dalam Boks Secara Semi Mekanis. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol. 5(2): 89 – 92.
- Setiawan, M.D., Tamrin dan Lanya, B. 2014. Uji Kinerja Penjemuran Gabah pada Para-Para Mekanis dengan Tiga Kondisi Lingkungan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol. 3(1): 91 – 102.
- Sinurat, E. dan Murniyati. 2014. Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan terhadap Kualitas Permen Jeli. *JPB Perikanan*. Vol. 9(2): 133 – 142.
- Sugito, Rusmarilin, H. dan Lubis, L.M. 2013. Studi Pembuatan Kerupuk dari Ubi Kayu dengan Penambahan Ikan Pora-Pora. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. Vol. 1(4): 20 – 28.
- Sulaiman, I. 2014. Perbandingan Metode dan Jenis Ikan pada Pengujian Organoleptik Ikan Kayu Khas Aceh (Keumamah). *Jurnal Agroindustri*. Vol. 4(1): 40 – 47.
- Syafriyudin dan Purwanto, D.P. 2009. Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Menggunakan Pemanas pada Industri Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi*. Vol. 2(1): 70 – 79.
- Wignyanto dan Lestari, E. 2015. Penerapan Mesin Pengering Mekanis untuk Penguatan Kapabilitas Produksi pada Industr Kerupuk Kentang sebagai Upaya Pemenuhan Permintaan Pasar. *Journal of Innovation and Applied Technology*. Vol. 1(1): 75 – 81.
- Wiriano, H. 1984. *Mekanisasi dan Teknologi Pembuatan Kerupuk*. Balai Pengembangan Makanan dan Phytokimia. Balai Besar Industri Hasil Pertanian. Departemen Perindustrian. Jakarta.
- Zikri, A., Erlinawati dan Rusnadi, I. 2015. Uji Kinerja Rotary Dyer Berdasarkan Efisiensi Termal Pengeringan Serbuk Kayu untuk Pembuatan Biopellet. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 21(2): 50 – 58.
- Zulfahmi, A.N., Swastawati, F. dan Romadhon. 2014. Pemanfaatan Daging Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersoni*) dengan Konsentrasi yang Berbeda pada Pembuatan Kerupuk Ikan. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. Vol. 3(14): 133 – 139.