

RANCANG BANGUN MESIN PENCETAK OPAK SINGKONG

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Egi Ernanda	NIRM	0021742
Rediansah	NIRM	0011752
Muhammad Faisal	NIRM	0011748

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI RFID UNTUK DATA MAHASISWA POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

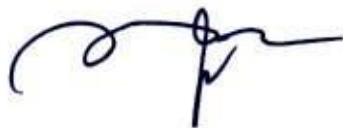
Oleh:

Egi Ernanda	NIRM	0021742
Rediansah	NIRM	0011752
Muhammad Faisal	NIRM	0011748

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Zaldy Kurniawan, S.ST., M.T

Pembimbing 2



Muhammad Haritsah Amrullah, M.Eng

Penguji 1



Husman, M.T

Penguji 2



M. Yunus, M.T

Penguji 3



Erwansyah, M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1	: Egi Ernanda	NIRM : 0021742
Nama Mahasiswa 2	: Rediansah	NIRM : 0011752
Nama Mahasiswa 3	: Muhammad Faisal	NIRM : 0011748

Dengan Judul : Rancang Bangun Mesin Pencetak Opak Singkong

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia diberikan sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 24 Agustus 2020

Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1. Egi Ernanda
2. Rediansah
3. Muhammad Faisal

ABSTRAK

Industri rumahan saat ini sedang berkembang pesat di Sungailiat, Kabupaten Bangka, Provinsi Bangka Belitung. Dengan adanya industri kecil menengah ini memicu potensi untuk kemajuan inovasi produk mesin Teknologi Tepat Guna (TTG) yang diharapkan dapat menyuntikkan teknologi modern terhadap usaha Industri Kecil Menengah (IKM) tersebut. IKM yang menjadi objek dari penulisan ini adalah IKM Bapak Sayuti yang bergerak di teknologi olah pangan yaitu memproduksi makanan ringan berupa opak singkong, dengan merek dagang “Cap Pohon Ketela”. Permasalahan yang ada di IKM Bapak Sayuti ini proses pembuatannya yang terlalu lama dan tidak efisien. Hal ini membuat hasil produksi kurang optimal, memakan banyak waktu lama sehingga tidak dapat memenuhi tuntutan pasar. Oleh karena itu dibutuhkan suatu mesin yang dapat mencetak opak singkong, sehingga dapat mempercepat produksi opak singkong untuk memenuhi tuntutan pasar. Mesin pencetak opak singkong ini dibuat dengan menggunakan sistem penggiling. Untuk Metode pelaksanaan penulisan ini menggunakan VDI (Verein Deutsche Ingenieuer / Persatuan Insinyur Jerman) 2222. Mesin Pencetak opak singkong ini mampu mencetak opak singkong 41,2 kg/jam dengan lebar diameter opak 60mm dan tebal 2mm.

Kata kunci : Penggiling, pencetak opak, Makanan, Teknologi

ABSTRACT

The cottage industry is currently growing rapidly in Sungailiat, Bangka Regency, Bangka Belitung Province. With the existence of this small and medium industry, it triggers the potential for advancement of product innovation for Appropriate Technology (TTG) machines which are expected to inject modern technology into the Small and Medium Industry (IKM) businesses. IKM which is the object of this writing is IKM Mr. Sayuti which is engaged in food processing technology, namely producing snacks in the form of cassava opaque, with the trademark "Cap Pohon Ketela". The problem with Mr. Sayuti's IKM is that the manufacturing process is too long and inefficient. This makes production results less than optimal, takes a long time so that it cannot meet market demands. Therefore we need a machine that can print cassava opaque, so that it can accelerate the production of cassava opaque to meet market demands. This cassava opaque molding machine is made using a grinding system. The method of implementing this writing uses VDI (Verein Deutsche Ingenieuer / German Engineers Association) 2222. This cassava opaque molding machine is capable of printing 41,2 kg /jam cassava opaque with a 60mm diameter opaque and 2mm thick.

Keywords: Grinders, opaque printers, Food, Technology

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH, SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan baik.

Laporan Proyek Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan program studi Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya Proyek Akhir ini, sebagai berikut:

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Zaldy Kurniawan, M.T selaku Pembimbing I dan Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, M.Eng selaku Pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga serta pikiran dalam memberikan pengarahan, pengetahuannya, dan pengalamannya, hingga selesai dalam penulisan laporan proyek akhir ini.
3. Dosen wali yang juga berperan membatu proyek akhir ini.
4. Seluruh staf pengajar Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Teman - teman, keluarga, dan berbagai pihak yang telah ikut mendukung dalam penyelesaian Laporan Proyek Akhir ini.

Laporan Proyek Akhir ini tentunya masih jauh dari sempurna dan terdapat banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diperlukan sebagai pengembangan untuk penulisan selanjutnya.

Semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Sungailiat, 24 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Proyek Akhir.....	3
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tanaman Singkong dan Pengolahannya.....	5
2.2. Metodelogi Perancangan VDI 2222	7
2.2.1 Merencana/Menganalisa	7
2.2.2 Mengkonsep	7
2.2.3 Merancang.....	9
2.2.3.1 Standarisasi.....	9
2.2.3.2 Elemen Mesin.....	9
2.2.3.3 Bahan.....	20
2.2.3.4 Permesinan	20
2.2.3.5 Bentuk	20
2.2.3.6 Perawatan atau maintenance	20
2.2.3.7 Ergonomi	21

2.2.3.8	Ekonomi	21
2.2.4	Penyelesaian Rancangan	21
2.4	Perawatan/Maintenance.....	21
2.5	Komponen Kontrol.....	21
BAB III	.....	23
METODE PELAKSANAAN	.....	23
3.1	Tahapan-tahapan Penelitian.....	24
3.1.1	Pengumpulan Data	24
3.1.2	Membuat Daftar Tuntutan.....	25
3.1.3	Mengkonsep	25
3.1.4	Penilaian Konsep.....	25
3.1.5	Merancang.....	25
3.1.6	Proses Permesinan dan Perakitan.....	26
3.1.7	Penyelesaian.....	26
BAB 4	.....	28
PEMBAHASAN	.....	28
4.1	Pendahuluan	28
4.2	Menganalisis.....	28
4.2.1	Analisa Pengembangan Awal	28
4.2.2	Pengumpulan Data	28
4.3.	Mengkonsep	29
4.3.1.	Daftar Tuntutan	29
4.3.2.	Menguraikan Fungsi	30
4.3.2.1.	Black Box	30
4.3.2.2.	Hirarki Fungsi	31
4.3.2.3.	Tuntutan Fungsi Bagian.....	32
4.3.2.4.	Alternatif Fungsi Bagian.....	33
4.3.2.5.	Penentuan Alternatif Konsep	39
4.3.2.6.	Penilaian Variasi Konsep.....	42
4.3.2.7.	Keputusan	44
4.4	Merancang	44

4.4.1.	Analisa Perhitungan	44
4.4.2.	Elemen Mesin Standar	51
4.4.3.	Bahan/Material	52
4.4.4.	Permesinan	52
4.5.	Penyelesaian.....	56
4.5.1.	Hasil Uji Coba	56
4.5.2.	Analisa Hasil Uji Coba.....	56
4.6.	Perawatan.....	57
BAB V	.....	58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Opak Singkong	2
Gambar 2. 1 Perkebunan Singkong	6
Gambar 2. 2 Macam-macam Baut	16
Gambar 2. 3 Macam-macam Mur	17
Gambar 2. 4 Bentuk Kampuh Sambungan Las Dasar	18
Gambar 2. 5 Penunjukan Pengelasan	18
Gambar 2. 6 Simbol Pelengkap Pengelasan	19
Gambar 3. 1 a. diagram alir proses	23
Gambar 3. 2 b. diagram alir proses lanjutan.....	24
Gambar 4. 1 Proses Pembuatan Opak Secara Manual.....	29
Gambar 4. 2 Diagram Black Box	30
Gambar 4. 3 Analisa Black Box	31
Gambar 4. 4 Hirarki Fungsi Bagian	32
Gambar 4. 5 Varian Konsep 1	40
Gambar 4. 6 Varian Konsep II.....	41
Gambar 4. 7 Varian Konsep III	42
Gambar 4. 8 Konsep Mesin Yang Akan Dibuat.....	44
Gambar 4. 9 Sudut Kontak Puli.....	47
Gambar 4. 10 Poros	51
Gambar 4. 11 Pemotongan Square Hollow	52
Gambar 4. 12 Pengelasan rangka	53
Gambar 4. 13 Pembuatan poros pencetak	54
Gambar 4. 14 Pendempulan dan pengecatan.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol Dasar Pengelasan	19
Tabel 4. 1 Daftar Tuntutan	29
Tabel 4. 2 Deskripsi Sub Fungsi Bagian	32
Tabel 4. 3 Alternatif Fungsi Rangka	33
Tabel 4. 4 Alternatif Fungsi Pencetak	34
Tabel 4. 5 Alternatif Fungsi Dudukan Pencetak	35
Tabel 4. 6 Alternatif Fungsi Penggerak.....	36
Tabel 4. 7 Alternatif Fungsi Pembawa	38
Tabel 4. 8 Kotak Morfologi.....	39
Tabel 4. 9 Krteria Penilaian Teknis	43
Tabel 4. 10 Penilaian Konsep secara Ekonomis.....	43
Tabel 4. 11 Pengujian Waktu	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Tabel Standar Kriteria Penilaian Aspek Teknis dan Ekonomis

Lampiran 3 : Perawatan Terjadwal

Lampiran 4 : Standar Operasional Mesin

Lampiran 5 : Gambar Susunan dan Gambar Bagian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Singkong atau *cassava* (*Manihot esculenta*) pertama kali dikenal di Amerika Selatan yang dikembangkan di Brasil dan Paraguay pada masa prasejarah. Potensi singkong menjadikannya sebagai bahan makanan pokok penduduk asli Amerika Selatan bagian utara, selatan Mesoamerika, dan Karibia sebelum Columbus datang ke Benua Amerika. Ketika bangsa Spanyol menaklukkan daerah-daerah itu, budidaya tanaman singkong pun dilanjutkan oleh kolonial Portugis dan Spanyol. Di Indonesia, singkong dari Brasil diperkenalkan oleh orang Portugis pada abad ke-16. Selanjutnya singkong ditanam secara komersial di wilayah Indonesia sekitar tahun 1810. Kini, saat sejarah tersebut terabaikan, singkong menjadi bahan makanan yang merakyat dan tersebar di seluruh pelosok Indonesia. (Sandia Juniawan, 2016)

Berdasarkan data dari FAOSTAT, Indonesia termasuk ke dalam lima negara produsen singkong terbesar pada tahun 2013. Mulai tahun 2008 jumlah produksi singkong di Indonesia rata – rata mencapai 20 juta ton lebih, ini dikarenakan budidaya singkong yang relatif murah dan mudah. Di Indonesia, singkong menempati urutan nomor dua setelah padi dan di atas jagung, kedelai, kacang hijau, kacang tanah, dan ubi jalar sebagai tanaman pangan pada tahun 2015, bahkan di beberapa daerah yang sulit diperoleh padi maka singkong digunakan sebagai bahan makanan pokok.

Opak singkong merupakan makanan cemilan yang berasal dari Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah. Namun, sekarang ini sudah hampir ke pelosok tanah air ada pengrajin usaha opak singkong. Salah satu pengrajin pembuat opak singkong di Desa Rebo, Kecamatan Sungailiat. Opak singkong biasanya dipasarkan dalam keadaan sudah digoreng dan dikemas dan dibandrol dengan harga mencapai Rp 80.000/kg. Dalam kemasan 1 kg opak singkong terdapat 60 pcs. Konsumen opak singkong didominasi oleh toko oleh-oleh, minimarket, dan supermarket yang ada di Pangkalpinang.



Gambar 1. 1 Opak Singkong

Opak singkong sebagai cemilan dibuat dari singkong yang telah mengalami proses pengolahan tertentu seperti pencucian, pamarutan, pemipihan/pencetakan, pengukusan, dan pengeringan. Salah satu pengrajin opak singkong yang mengolah singkong menjadi cemilan opak singkong adalah Bapak Sayuti yang tergabung dalam salah satu Industri Kecil Menengah (IKM) di Kecamatan Sungailiat. Melalui kegiatan survei yang dilakukan oleh tim penulis Polman Babel. IKM tersebut dalam sehari mampu memproduksi opak singkong 10kg/12jam. Dalam 1 kali proses tersebut dilakukan pengupasan kulit singkong, pencucian singkong, pamarutan singkong, pemipihan/pencetakan opak singkong dilakukan diatas wadah yang rata, kemudian dilakukan pengukusan opak singkong, setelah itu opak dijemur setengah kering dan digunting untuk merapikan bagian pinggir opak hingga berdiameter 60mm dan dijemur kembali hingga kering. Namun, dari proses tersebut hingga opak singkong benar-benar kering terdapat bagian pinggir opak yang terbuang. Berdasarkan penuturan pengrajin opak singkong di Sungailiat, opak singkong yang dijual ke konsumen hanya opak yang sudah digoreng dan berdiameter 60mm. Sementara itu bagian pinggir opak yang digunting tidak dapat dijual sehingga sisa bagian pinggir opak menjadi limbah dan dibuang begitu saja. Dan, dari hasil studi literatur yang dilakukan tim penulis POLMAN BABEL bahwa mesin tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan, dimana kelebihan pada mesin tersebut memiliki

jumlah cetak yang banyak dalam satu kali proses, dan kekurangan pada mesin y adalah ukuran opak yang dihasilkan terlalu besar. Sehingga tidak memungkinkan mesin tersebut dibuat di IKM opak mini yang ada di sungailiat. Produsen opak singkong berharap agar tidak ada bagian dari adonan opak terbang dan mempermudah proses pencetakan opak singkong serta ukuran opak yang dihasilkan tidak terlalu besar. Berdasarkan kebutuhan akan mesin pencetak opak singkong ini maka kami berencana membuat mesin pencetak opak singkong dengan menggunakan metode VDI 2222.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

Berikut ini akan dibahas hal-hal yang menjadi rumusan dari permasalahan diatas. Adapun rumusan masalahnya sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang mesin pencetak opak singkong diameter 60mm dan tebal 2mm dengan jumlah cetak 10 dalam 1 kali proses pencetakan dengan metode VDI 2222?
2. Bagaimana membuat alat pencetak opak singkong dengan sistem cetak yang dapat memproduksi opak singkong 10kg/jam?
3. Bagaimana membuat sistem pada proses pencetakan dengan dilengkapi sistem konveyor?
4. Bagaimana membuat sistem pencetakan opak singkong dengan adonan yang dikukus terlebih dahulu?

1.3 Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan proyek akhir dengan judul “Mesin Pencetak Opak Singkong”, adalah :

1. Merancang mesin pencetak opak singkong diameter 60mm dan tebal 2mm dengan jumlah cetak 10 dalam 1 kali proses pencetakan.
2. Membuat alat pencetak opak singkong dengan sistem cetak yang dapat memproduksi opak singkong 10kg/jam.

3. Membuat sistem pada proses pencetakan dengan dilengkapi dengan sistem konveyor.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tanaman Singkong dan Pengolahannya

Ubi kayu merupakan tanaman tropis, namun demikian tetap mampu beradaptasi dan tumbuh baik didaerah subtropis. Di Indonesia, tanaman ini merupakan sumber pangan (karbohidrat) ketiga setelah beras dan jagung. Ubi kayu termasuk dalam famili *Euphorbiaceae*, Genus *Manihot spesies Manihot esculenta Crantz, M. utilisima, M. edulis*, atau *M. aipi*. Beberapa spesies tersebut termasuk sebagai tanaman *monoecious* yang memiliki tinggi beragam yaitu 1m - 5m tergantung pada varietas dan kondisi ekologi. Sementara, batang berbentuk bulat dengan diameter antara 2,5cm – 4cm, berkayu dan bergabus. Batang tersebut bewarna kecokelatan atau keunguan dan bercabang ganda 3 (Djaafar dan Rahayu, 2008).

Keadaan tanah yang paling baik untuk tanaman ubi kayu adalah tanah berstruktur remah, gembur, banyak mengandung bahan organik, aerasi dan drainase baik, serta mempunyai pH tanah minimum 5. Tanaman ubi kayu toleran pada pH 4,5 – 8,0, tetapi yang paling baik adalah pH 5,8 (Rukmana, 2002). Sifat fisik dan kimia ubi kayu sangat perlu diketahui apabila ubi kayu tersebut akan diolah. Ada beberapa jenis ubi kayu yang memiliki kadar asam sianida (HCN/Asam Biru) tinggi yang apabila digunakan dalam pengolahan, terutama untuk produk olahan basah dari bahan ubi kayu segar akan memberikan hasil yang kurang baik. Ubi kayu dengan kadar HCN tinggi dapat digunakan dalam industri pati ubi kayu, karena selama proses perendaman maupun pencucian, kadar HCN ini akan berkurang hal ini disebabkan oleh sifat HCN yang mudah larut dalam air (Djaafar dan Rahayu, 2008).



Gambar 2. 1 Perkebunan Singkong

Singkong merupakan produksi hasil pertanian pangan ke dua terbesar setelah padi, sehingga singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting bagi berbagai produk pangan dan industri. Sebagai makanan manusia, singkong mempunyai beberapa kekurangan diantaranya kadar protein dan vitamin yang rendah serta nilai gizi yang tidak seimbang. Disamping itu beberapa jenis singkong mengandung racun HCN yang terasa pahit. Dari dasar itulah secara lokal singkong dibagi menjadi singkong pahit dan singkong manis. Teknologi singkong yang digunakan manusia sebagian besar masih merupakan warisan atau sedikit mengalami modifikasi dari cara-cara yang telah dipraktekkan manusia di zaman purba, termasuk cara-cara mengurangi dan menghindari racun yang ada di dalam singkong. Ubi kayu dalam keadaan segar tidak tahan lama. Untuk pemasaran yang memerlukan waktu lama, ubi kayu harus diolah dulu menjadi bentuk lain yang lebih awet, seperti gaplek, tapioka (tepung singkong), tapai, peuyeum, keripik singkong, dan lain-lain. (Ir. Sutrisno Koswara, Msi, 2009)

Opak Singkong merupakan makanan ringan tradisional mirip keripik yang sangat populer, terbuat dari singkong rebus berbentuk bundar tipis dan rasa yang renyah. Opak Singkong selama ini menjadi sumber mata pencaharian bagi para masyarakat pengrajin olahan Singkong. (Nurul Umami¹, Ade Irman M.S², Putro Ferro Ferdinant³, Akbar Gunawan⁴, 2017) Biasanya pembuatan opak singkong di industri berskala kecil dilakukan secara manual dimana singkong rebus untuk menghasilkan bahan baku opak.

2.2. Metodologi Perancangan VDI 2222

Metode perancangan *Verein Deutsche Ingenieuer* (VDI 2222) merupakan metode yang disusun oleh persatuan insinyur jerman secara sistematis terhadap pendekatan faktor kondisi real dari sebuah proses. Berikut ini merupakan 4 (empat) tahapan perancangan menurut metode VDI 2222 [1]:

2.2.1 Merencana/Menganalisa

Tahap ini bertujuan untuk mendefinisikan pekerjaan yang akan dilakukan dengan cara mempelajari lebih lanjut permasalahan pada produk sehingga mempermudah perancang untuk mencapai tujuan atau target rancangan. Untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dapat dilakukan dengan mengumpulkan data-data pendukung melalui wawancara, mempelajari hasil penelitian terkait permasalahan tersebut, mengumpulkan keterangan para ahli baik keterangan tertulis maupun keterangan non-tertulis, mereview desain-desain terdahulu, serta melakukan metode *brainstorming*. Hasil akhir dari tahap ini berupa *design review* serta mencari bagaimana masalah desain disusun ke dalam sub-*problem* yang lebih kecil dan mudah diatur. (Komara dan Saepudin, 2014)

2.2.2 Mengkonsep

Pada tahap ini dibuat beberapa konsep dari produk yang dapat memenuhi tuntutan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Semakin banyak konsep yang dapat dirancang, maka konsep yang terpilih akan semakin baik dikarenakan perancang memiliki lebih banyak pilihan alternatif konsep yang dapat dipilih. Konsep produk menampilkan bentuk dan dimensi dasar produk, namun tidak perlu diberi ukuran detail. (Batan, 2013)

a. Daftar Tuntutan

Dalam tahap ini diuraikan tuntutan yang ingin dicapai dalam produk yang akan dibuat.

b. Menguraikan Fungsi

Hasil akhir yang ingin didapatkan pada tahap ini adalah uraian fungsi bagian mesin dan uraian penjelasannya. Untuk mencapai hal tersebut, langkah awal yang dapat dilakukan adalah membuat analisa *black box*, dan dilanjutkan dengan membuat ruang lingkup perancangan dan diagram fungsi bagian.

c. Membuat alternatif fungsi bagian

Pada tahap ini, perancangan harus memuat alternatif konsep untuk setiap fungsi bagian yang telah ditentukan sebelumnya. Pada alternatif konsep, yang diperlukan hanyalah ukuran dasar dan bentuknya saja, sehingga tidak perlu dicantumkan ukuran detail. Alternatif konsep tidak harus digambar menggunakan *software*CAD namun juga dapat ditampilkan dalam bentuk gambar manual, foto bagian mesin, maupun mekanisme lain dari suatu alat yang dapat diterapkan kedalam rancangan.

Minimal harus ada 3 (tiga) alternatif konsep untuk melakukan penilaian konsep. Untuk memudahkan proses pemilihan, maka dibuat uraian kekurangan serta kelebihan untuk setiap alternatif yang akan dipilih.

d. Membuat alternatif fungsi keseluruhan

Membuat varian konsep dilakukan dengan cara memadu padankan masing-masing alternatif fungsi bagian dengan menggunakan diagram atau tabel pemilihan. Minimal ada 3 (tiga) varian konsep yang dibuat.

e. Varian konsep

Pada tahap ini, dibuat sebuah rancangan sesuai dengan masing-masing alternatif fungsi bagian yang telah dipasangkan sebelumnya. Hasil akhir pada

tahap ini adalah 3 jenis varian konsep produk dan dilengkapi dengan kekurangan serta kelebihan masing-masing.

f. Keputusan akhir

Berupa alternatif yang dipilih dan akan digunakan dalam sistem yang akan dibuat.

2.2.3 Merancang

Dalam merancang terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam merancang, yaitu :

2.2.3.1 Standarisasi

Penggunaan elemen-elemen standar digunakan agar mempermudah dalam membuat produk dengan menggunakan bagian-bagian yang telah ada di pasaran tanpa perlu membuat bagian/*parts* yang baru.

2.2.3.2 Elemen Mesin

Dalam merancang suatu produk sebaiknya menggunakan bagian-bagian elemen mesin yang telah diaplikasikan dan digunakan secara umum oleh masyarakat luas. Hal ini diperlukan agar produk yang kita buat dapat dipakai dan digunakan oleh orang lain.

- **Motor listrik**

Motor listrik pada mesin pencetak opak singkong ini adalah komponen penting yang digunakan sebagai sumber tenaga. Motor ini berfungsi untuk menggerakkan poros yang kemudian ditransmisikan ke reducer kemudian sproket sehingga mesin pencetak opak singkong dapat berputar.

Daya motor dapat ditentukan dengan menggunakan torsi dan kecepatan yang bekerja. Berikut adalah rumus yang dapat digunakan untuk menghitung daya motor:

$$P_{motor} = 0,5 \text{ Hp} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (1)$$

$$n = \frac{Rpm}{60 \text{ detik}}$$

$$P_{motor} = 2 \times \pi \times n \times T_{motor}$$

Daya motor minimal yang dibutuhkan:

$$P_{min} = 2 \times \pi \times n \times T_{motor}$$

- **Kopling**

Kopling adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dari poros penggerak yang digerakkan. Kopling tetap adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan secara pasti (tanpa terjadi slip), dimana sumbu kedua poros tersebut terletak pada satu garis lurus atau dapat sedikit berbeda sumbunya.

- **Reducer**

Reducer pada mesin pencetak opak singkong gunanya untuk menurunkan kecepatan dan pada saat yang sama menaikkan torsi pada sumbu putaran sesuai dengan nilai gear ratio. Motor listrik biasanya mempunyai kecepatan yang terlalu tinggi untuk aplikasi tertentu. Daya motornya cukup, namun torsinya masih terlalu rendah. Dengan penggunaan reducer maka kecepatan dapat diturunkan sesuai dengan nilai gear ratio dan pada saat yang sama kita menaikkan torsi pada sumbu output dari gear reducer. Pemindahan daya terjadi melalui roda gigi. Perbandingan jumlah gigi merupakan faktor pengurangan kecepatan dan sekaligus faktor untuk menaikkan torsi output.

Perhitungan yang digunakan dalam menentukan rpm yang ditransmisikan dari motor listrik :

$$n1 = 1450 \text{ rpm}$$

$$\text{Ratio Reducer} = 1:20$$

$$\frac{n1}{\text{ratio reducer}}$$

- **Sabuk-V / V-Belt**

Sabuk-V merupakan sabuk yang tidak berujung dan diperkuat dengan penguat tenunan dan tali. Sabuk-V terbuat dari karet dan bentuk penampangnya berupa trapesium. Bahan yang digunakan untuk membuat inti sabuk itu sendiri adalah terbuat dari tenunan tetoron.

Penampang puli yang digunakan berpasangan dengan sabuk juga harus berpenampang trapesium juga. Puli merupakan elemen penerus putaran yang diputar oleh sabuk penggerak.

Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar (Sularso, 2008).

Pemilihan penampang sabuk-V yang cocok ditentukan atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak. Daya rencananya sendiri dapat diketahui dengan mengalihkan daya yang akan diteruskan dengan faktor koreksi yang ada. Lazimnya sabuk tipe-V dinyatakan panjang kelilingnya dalam ukuran inchi. Jarak antara sumbu poros harus sebesar 1,5 sampai dua kali diameter puli besar (Sularso, 2008).

Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah, pemakaiannya dan harganya yang murah. Kelemahan dari sabuk-V yaitu transmisi sabuk dapat memungkinkan untuk terjadinya slip. Oleh karena itu, maka perencanaan sabuk-V perlu dilakukan untuk memperhitungkan jenis sabuk yang digunakan dan panjang sabuk yang akan digunakan.

Perhitungan yang digunakan dalam perancangan sabuk-V antara lain:

a. Kecepatan Sabuk (v)

$$V = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan : V = kecepatan puli (m/s)

d_p = diameter puli kecil (mm)

n_1 = putaran puli kecil (rpm)

b. Penampang sabuk

Diameter luar puli :

$$dk = dp + (2 \times 5,5)$$

$$Dk = Dp + (2 \times 5,5)$$

c. Panjang Keliling (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{1}{4C}(D_p + d_p)^2$$

(Sularso, Kiyokatsu, 2008:170).....(4)

d. Jarak sumbu poros (C) berdasarkan keliling sabuk standar

$$b = 2L - 3,14(Dp + dp)$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp - dp)^2}}{8} \quad (\text{Sularso, 2008}).....(5)$$

e. Sudut kontak (θ)

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(Dp + dp)}{C} \quad (\text{Sularso, 2008}).....(6)$$

• **Roda gigi**

Secara umum roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi – gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Roda gigi mampu mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya. Salah satu jenis roda gigi yang akan digunakan pada perencanaan ini adalah roda gigi lurus. Roda gigi lurus tersebut merupakan roda gigi paling dasar dengan jalur gigi yang sejajar porosnya. (Sularso, 2008)

Rumus yang digunakan untuk menghitung roda gigi lurus:

Pd = Daya Rencana

a. Diameter sementara lingkaran jarak bagi

$$d_1^1 = \frac{2 \times a}{1+i}$$

$$d_2^1 = \frac{2 \times a \times i}{1+i} \quad (\text{Sularso, 2008}).....(7)$$

Keterangan :

P = Daya yang akan ditransmisikan (kW)

i = Perbandingan reduksi

a = Jarak sumbu poros (mm)

d_1^1, d_2^1 = Diameter sementara lingkaran jarak bagi (mm)

b. Jumlah gigi (z_1, z_2)

$$z_1 = \frac{d_1^1}{m}$$

$$z_2 = \frac{d_2^1}{m} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

z = jumlah gigi

d_1^1, d_2^1 = Diameter sementara lingkaran jarak bagi

m = Modul

c. Perbandingan gigi (i)

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

z = Jumlah gigi

i = Perbandingan gigi

d. Diameter kepala

$$dk_1 = (z_1 + 2)m$$

$$dk_2 = (z_2 + 2)m$$

e. Kedalaman potong (H)

$$2 \times m + 0,50 \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan :

d_k = Diameter kepala (mm)

H = Kedalaman pemotongan (mm)

f. Kecepatan keliling (v)

$$v = \frac{\pi \cdot db_2 \cdot n_1}{60 \times 1000} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (11)$$

g. Gaya tangensial (f_t)

$$f_t = \frac{102 \times p_d}{v} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (12)$$

h. Faktor dinamis (f_v) = kecepatan sedang

$$f_v = \frac{6}{6+v} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan :

v = Kecepatan keliling (m/s)

F_t = Gaya tangan sial (kg)

F_v = Faktor dinamis

i. Bahan poros = st 37

$$T_a = \frac{\text{bahan poros}}{(sf_1 \times sf_3)} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (14)$$

j. Momen rencana (T_1)

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1}$$
$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{\frac{n_1}{t}} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (15)$$

k. Diameter poros

$$ds_1 = \left(\frac{5,1}{T_a} \times K_t \times cb \times T_1 \right)^{1/3}$$
$$ds_1 = \left(\frac{5,1}{T_a} \times K_t \times cb \times T_1 \right)^{1/3} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan :

Sf_1, Sf_2 = Faktor keamanan

T_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

T = Momen rencana (kg.mm)

K_t = Faktor koreksi

C_b = Faktor kelenturan

d_s = Diameter poros (mm)

- **Poros**

Poros yang umumnya meneruskan daya melalui sabuk, roda gigi, dan rantai akan mendapatkan beban puntir dan lentur sehingga pada permukaan poros akan mengalami tegangan geser (Sularso, 2008: 17)

Poros utama yang mengalami beban puntir dan beban lentur menggunakan perhitungan berikut :

- Mencari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \sigma_B / S f_1 \cdot S f_2 \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (17)$$

Keterangan :

τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

σ_b = kekuatan tarik (kg/mm²).

$S f_1, S f_2$ = faktor keamanan.

- Menghitung momen puntir yang terjadi pada poros

$$T_1 = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (18)$$

Keterangan :

T = momen rencana (kg.mm)

n_1 = putaran poros (rpm)

- Menentukan diameter poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_t \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2} \right]^{1/3} \quad (\text{Sularso, 2008}) \dots \dots \dots (19)$$

Keterangan :

K_m = Faktor koreksi momen lentur

M = momen lentur (kg.mm)

K_t = faktor koreksi momen puntir

T = momen puntir (kg.mm)

- **Elemen pengikat**

- **Baut dan Mur**

Baut dan mur merupakan komponen pengikat yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam suatu konstruksi mesin. Baut dan mur termasuk sambungan yang dapat dibuka tanpa merusak bagian yang disambung. Baut dan mur terdiri dari beraneka ragam bentuk, sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan. Pemilihan baut dan mur sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya sebagai usaha untuk menjaga kerusakan pada mesin maupun kecelakaan kerja. Beberapa faktor harus diperhatikan untuk menentukan ukuran baut dan mur, seperti sifat gaya yang bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan dan kelas ketelitian.[2]



Gambar 2. 2 Macam-macam Baut



Gambar 2. 3 Macam-macam Mur

Berikut ini beberapa keuntungan penggunaan baut dan mur sebagai elemen pengikat:

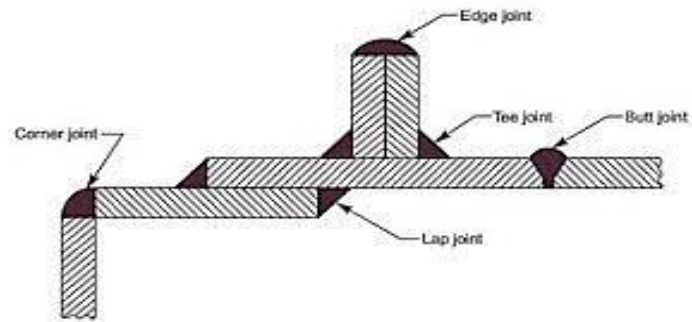
- Mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menerima beban.
- Kemudahan dalam pemasangan
- Mudah dibongkar pasang tanpa perlu dirusak.
- Dapat digunakan untuk berbagai kondisi operasi
- Mudah didapat karena komponen standar

Sedangkan beberapa kerugian menggunakan baut dan mur sebagai elemen pengikat adalah sebagai berikut:

- Konsentrasi tegangan yang tinggi di daerah ulir
- Sambungan baut dan mur lambat laun akan longgar sehingga perlu dicek secara berkala.
- Mempengaruhi berat konstruksi karena menambah beban.

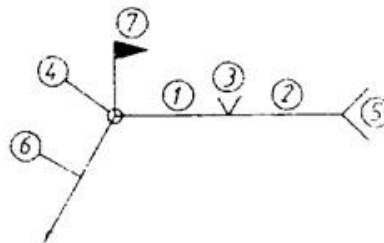
➤ Pengelasan

Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuan bagian bahan yang disambung. Ada beberapa bentuk dasar sambungan las yang biasa dilakukan dalam penyambungan logam, bentuk tersebut adalah *butt joint*, *fillet/tee joint*, *lap joint*, *edge joint* dan *out-side corner joint*.^[3] Berbagai bentuk kampuh dari sambungan las dasar ini dapat dilihat pada **gambar 2.4**.



Gambar 2. 4 Bentuk Kampuh Sambungan Las Dasar

Berikut ini adalah penunjukkan pengelasan menggunakan metode proyeksi eropa.[4]

























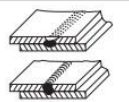



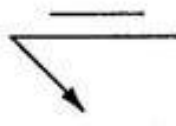
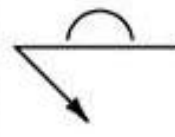
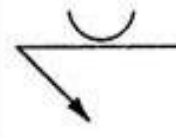
Gambar 2. 5 Penunjukan Pengelasan

Keterangan:

1. Ukuran tebal las
2. Panjang pengelasan
3. S imbol pengelasan
4. Simbol untuk pengelasan keliling
5. Informasi lain yang perlu, misalkan proses pengelasan (dengan kode angka)
6. Garis penunjukkan
7. Lambang untuk pengelasan dilapangan (jarang dicantumkan)

Tabel 2. 1 Simbol Dasar Pengelasan

No.	Designation	Illustration	Symbol
1.	Butt weld between plates with raised edges (the raised edges being melted down completely)		
2.	Square butt weld		
3.	Single-V butt weld		
4.	Single-bevel butt weld		
5.	Single-V butt weld with broad root face		
6.	Single-bevel butt weld with broad root face		
7.	Single-U butt weld (parallel or sloping sides)		
8.	Single-U butt weld		
9.	Backing run; back or backing weld		
10.	Fillet weld		
11.	Plug weld; plug or slot weld		
12.	Spot weld		
13.	Seam weld		

FLUSH	CONVEX	CONCAVE
		

Gambar 2. 6 Simbol Pelengkap Pengelasan

Berikut ini beberapa keuntungan menggunakan pengelasan sebagai elemen pengikat [3] :

- Konstruksi ringan.
- Dapat menahan kekuatan yang tinggi.
- Cukup ekonomis.
- Kemungkinan terjadi korosi pada sambungan las rendah.

- Tidak memerlukan perawatan khusus.
- Mampu meredam getaran.

Sedangkan kerugian menggunakan pengelasan adalah sebagai berikut:

- Perubahan struktur mikro dari bahan yang dilas sehingga terjadi perubahan sifat fisik maupun mekanis dari bahan yang dilas.
- Memerlukan tenaga ahli dalam perakitan.
- Konstruksi sambungan tidak dapat dibongkar pasang.

2.2.3.3 Bahan

Pemilihan disesuaikan dengan fungsi, tinjauan sistem yang bersesuaian. Misalnya bahan material yang digunakan lebih kuat, tahan lama, ekonomis, higienis, dan mudah didapat.

2.2.3.4 Permesinan

Dalam merancang suatu produk harus memahami pengetahuan dan cara penggunaan alat atau mesin untuk membuat produk tersebut, seperti milling, turning, welding, drilling, dan sebagainya.

2.2.3.5 Bentuk

Produk yang dirancang harus sesuai dengan norma, estetika, serta hindari bentuk-bentuk produk yang rumit dan sulit dibuat.

2.2.3.6 Perawatan atau maintenance

Perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, memperbaikinya sampai pada suatu kondisi yang dapat diterima (Kurniawan, 2013).

Secara umum ada dua jenis sistem perawatan, yaitu perawatan terencana dan tak terencana. Perawatan terencana dibagi dua, perawatan pencegahan dan tak terencana. Perawatan terencana dibagi dua, perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan korektif (*corrective maintenance*).

2.2.3.7 Ergonomi

Merupakan ilmu yang mempelajari hubungan manusia dengan lingkungannya (anatomi tubuh manusia). Dalam merancang suatu produk harus diperhatikan jenis bahan yang akan digunakan.

2.2.3.8 Ekonomi

Penggunaan biaya pengeluaran dan modal yang harus diperhitungkan lebih untuk diterapkan ke aspek-aspek yang ada.

2.2.4 Penyelesaian Rancangan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan gambar kerja dan gambar susunan produk. Kemudian dilanjutkan dengan penyelesaian dokumen seperti gambar-gambar,daftar bagian, spesifikasi tambahan, petunjuk pengerjaan dan sebagainya.(Batan, 2013)

2.4 Perawatan/Maintenance

Maintenance yang dalam bahasa indonesia biasa disebut pemeliharaan/perawatan merupakan sebuah aktifitas yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bias secara terus menerus melakukan apa yang pengguna/pemakai inginkan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bias diterima (Kurniawan, 2013).

2.5 Komponen Kontrol

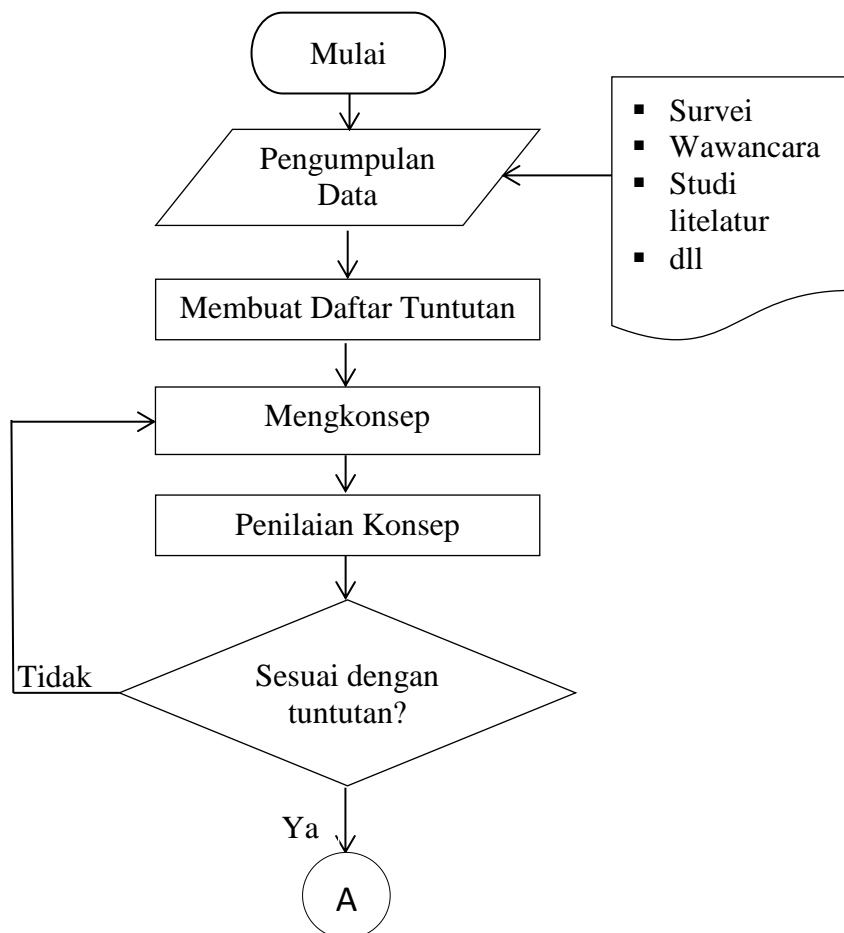
- Saklar

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya.Jadi saklar adalah alat

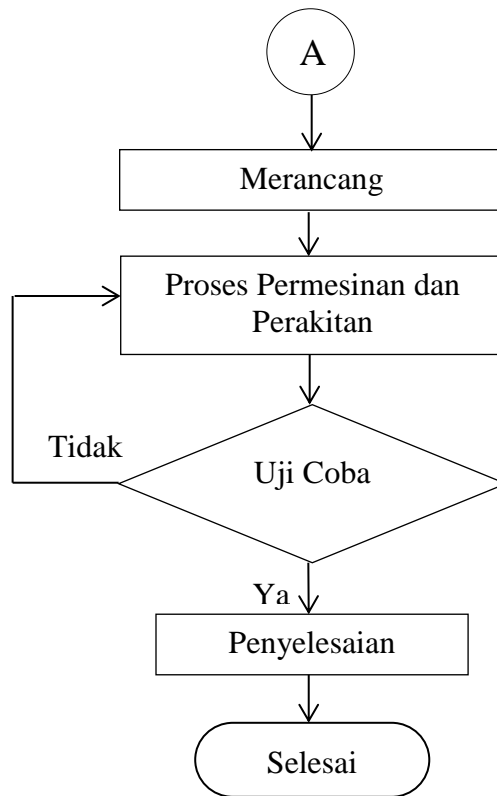
penyambung atau pemutus aliran listrik. Saklar pada mesin berfungsi untuk memutuskan dan menyambungkan arus listrik pada kontrol panel.

BAB III METODE PELAKSANAAN

Dalam bab ini diuraikan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menyelesaikan rancang bangun mesin pencetak opak singkong dengan tujuan agar tindakan yang dilakukan terarah dan teratur serta sebagai pedoman pelaksanaan proyek akhir agar target yang diharapkan tercapai. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan pada metode perancangan VDI (*Verein Deutsche Ingenieure / Persatuan Insinyur Jerman*) 2222. dan dijelaskan melalui diagram alir dibawah ini :



Gambar 3. 1 a. diagram alir proses



Gambar 3. 2 b. diagram alir proses lanjutan

3.1 Tahapan-tahapan Penelitian

3.1.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data yang diinginkan, antara lain menggunakan metode wawancara dengan mengajukan pertanyaan secara umum kepada produsen opak singkong di Desa Rebo, terkait dalam proses pencetak opak singkong. Selanjutnya dilakukan studi pustaka agar peneliti dapat menguasai teori maupun konsep dasar yang berkaitan dengan mesin pencetak opak singkong. Studi ini dilakukan dengan membaca dan mempelajari beberapa referensi seperti literature dan laporan ilmiah yang dapat mendukung penelitian. Studi lapangan digunakan untuk mengetahui proses pencetak opak singkong.

3.1.2 Membuat Daftar Tuntutan

Dalam tahapan ini, akan diuraikan tuntutan yang ingin dicapai dari mesin pencetak opak singkong. Daftar tuntutan nantinya akan dikelompokkan dalam 3 (tiga) jenis tuntutan, yaitu tuntutan primer yang berkaitan dengan fungsi dan hal-hal yang bersifat teknis, tuntutan kedua skunder yang berkaitan dengan penggunaan alat, tuntutan ketiga tersier yang berkaitan dengan tampilan fisik alat.

3.1.3 Mengkonsep

Dalam tahapan ini dibuat beberapa konsep dari mesin pencetak opak singkong, yang dapat memenuhi tuntutan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Kemudian nanti dibuat 3 (tiga) alternative konsep dari mesin pencetak opak singkong, agar terdapat perbandingan dalam proses pemilihan. Setiap konsep tersebut akan dianalisa keuntungan dan keterbatasannya.

3.1.4 Penilaian Konsep

Dalam tahapan ini, dilakukan penilaian terhadap varian konsep dengan skala penilaian 1-4. Tujuannya adalah untuk memutuskan varian konsep yang akan dibuat rancangan. Untuk memudahkan dalam penilaian digunakan 2(dua) criteria aspek penilaian, yaitu aspek teknis dan aspek ekonomis. Dari proses penilaian yang telah dilakukan, konsep yang dipilih adalah konsep persentasenya mendekati 100%. Sehingga dapat diperoleh hasil perancangan mesin pencetak opak singkong yang baik dan sesuai dengan persentase yang diinginkan.

3.1.5 Merancang

Dalam tahapan ini dilakukan pembuatan gambar draft, menggunakan software, melakukan perhitungan terhadap rancangan untuk mesin pencetak opak singkong sehingga mendapatkan detail konstruksi yang ringkas dan mudah dalam pengerjaannya.

3.1.6 Proses Permesinan dan Perakitan

Dalam tahapan ini, dilakukan proses permesinan untuk pembuatan komponen dan proses perakitan komponen yang telah melalui proses permesinan.

3.1.7 Penyelesaian

Tahapan penyelesaian yaitu pembuatan gambar susunan, gambar bagian, dan pembuatan laporan yang berupa data-data yang diperlukan dalam proses perancangan mesin pencetak opak singkong yang diharapkan dapat memberi informasi tentang fungsi pada mesin pencetak opak singkong kemudian dapat dilanjutkan ke tahap permesinan dan tahap *assembly*.

Pada tahapan ini, hal yang paling penting adalah :

- Membuat gambar susunan sistem rancangan

Setelah dapat menentukan alternatif mesin yang akan dibuat dan mengetahui seluruh dimensi mesin yang akan dibuat maka dapat dibuat gambar susunannya.
- Membuat gambar kerja

Gambar kerja adalah gambar bagian dari gambar susunan dengan komponen yang harus dikerjakan diproses permesinan. Dalam gambar kerja terdapat petunjuk pengerjaan mesin yang harus dilakukan.
- Membuat daftar bagian

Daftar bagian adalah daftar yang memuat seluruh bagian mesin beserta dimensi, material, dan standarnya. Setelah selesai membuat daftar bagian maka dapat segera menentukan besar biaya yang diperlukan untuk proses pembuatan Mesin Pencetak Opak Singkong.
- Membuat petunjuk perawatan

Maintenance yang dalam bahasa indonesia biasa disebut pemeliharaan atau perawatan merupakan sebuah aktifitas yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bisa secara terus menerus melakukan apa yang pengguna/pemakai inginkan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk

menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima (Kurniawan, 2013).

Pada tahap ini akan disusun petunjuk perawatan yang memudahkan operator merawat Mesin Pencetak Opak Singkong ini.

BAB 4

PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan diuraikan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian rancangan mesin pencetak opak singkong. Metodologi perancangan yang digunakan dalam proses perancangan mesin pencetak opak singkong ini mengacu pada tahapan perancangan VDI (*Verein Deutche Ingenieuer*) 2222.

4.2 Menganalisis

4.2.1 Analisa Pengembangan Awal

Proses pencetakan opak singkong dimulai dari menyiapkan adonan opak singkong yang sudah diparut dan dicampur bumbu. Kemudian dilanjutkan dengan pemipihan/pencetakan. Selanjutnya adonan yang sudah dipipihkan dikukus. Kemudian opak dijemur setengah kering dan digunting untuk merapikan bagian pinggir opak sehingga diameter opak 60mm. Selanjutnya dijemur hingga kering. Dengan adanya mesin ini, diharapkan dapat mempermudah operator dalam melakukan proses pencetakan opak singkong.

4.2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metoda, diantaranya melakukan *survey*, wawancara dan diskusi dengan produsen opak singkong dan orang berpengalaman dalam bidang manufaktur, studi literature melalui laporan ilmiah maupun tulisan lain yang dapat mendukung penelitian, serta penelusuran di internet. Data yang didapatkan dari kegiatan tersebut diantaranya ukuran opak singkong, adonan opak singkong dan *software* yang digunakan untuk merancang mesin pencetak opak singkong tersebut.



Gambar 4. 1 Proses Pembuatan Opak Secara Manual

4.3. Mengkonsep

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dikerjakan dalam mengkonsep mesin pencetak opak singkong ini.

4.3.1. Daftar Tuntutan

Dibawah ini merupakan beberapa tuntutan yang ingin diterapkan pada mesin pencetak opak singkong dan dikelompokkan kedalam 3 (tiga) jenis tuntutan. Berikut daftar tuntutan yang akan ditunjukkan oleh table 4.1 :

Tabel 4. 1 Daftar Tuntutan

No.	Tuntutan Utama	Deskripsi
1.	Ukuran opak singkong	Diameter 60x2 (mm)
2.	Adonan opak singkong	Adonan opak singkong yang sudah dikukus
3.	Mekanisme pencetak	Sistem 2-4 roll
No.	Tuntutan Kedua	Deskripsi
1.	Banyak adonan opak yang diproses	10kg/12jam

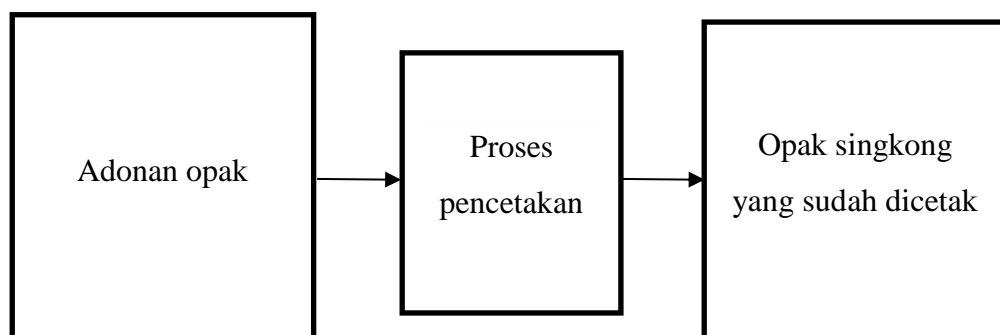
2.	Mekanisme penggerak	Sistem transmisi
3.	Mekanisme pembawa	Terdapat konveyor (mekanis) yang berfungsi untuk membawa opak singkong
4.	Mekanisme dudukan roll	Sistem bearing
No	Keinginan	
1.	Ringkas	
2.	Kokoh (konstruksi rangka)	
3.	Rapih	
4.	Ergonomis	
5.	Warna menarik	

4.3.2. Menguraikan Fungsi

Pada tahapan ini dilakukan proses pemecahan masalah dengan menggunakan *black box* untuk menentukan fungsi bagian utama pada mesin pencetak opak singkong.

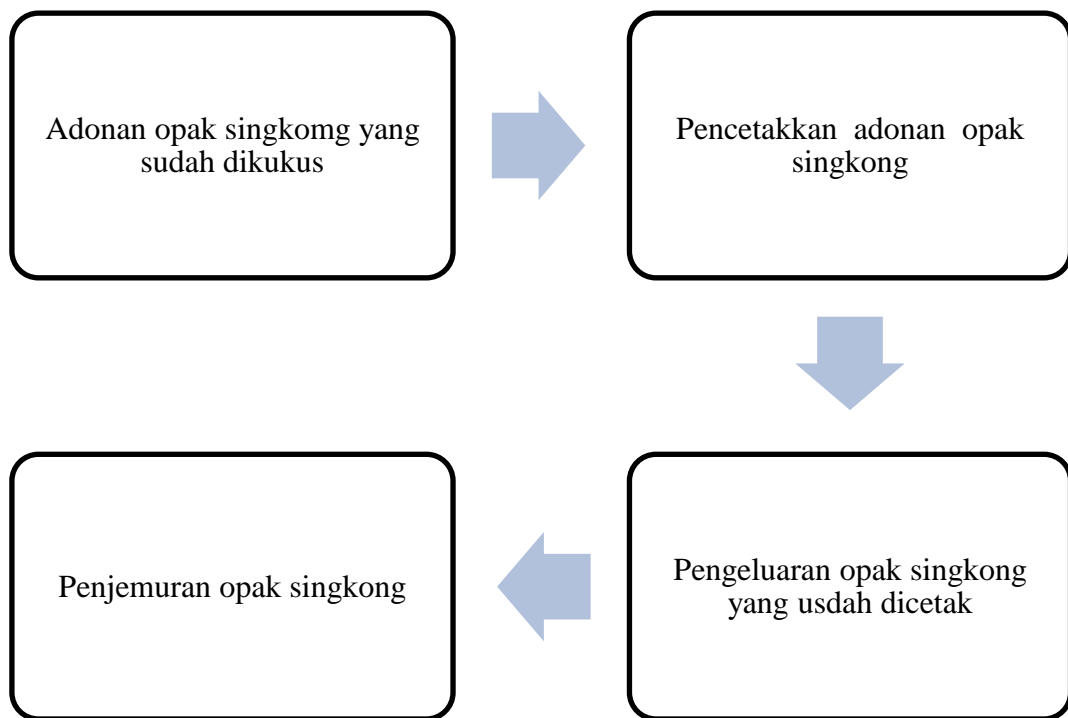
4.3.2.1. Black Box

Berikut ini merupakan analisa *black box* pada mesin pencetak opak singkong.



Gambar 4. 2 Diagram Black Box

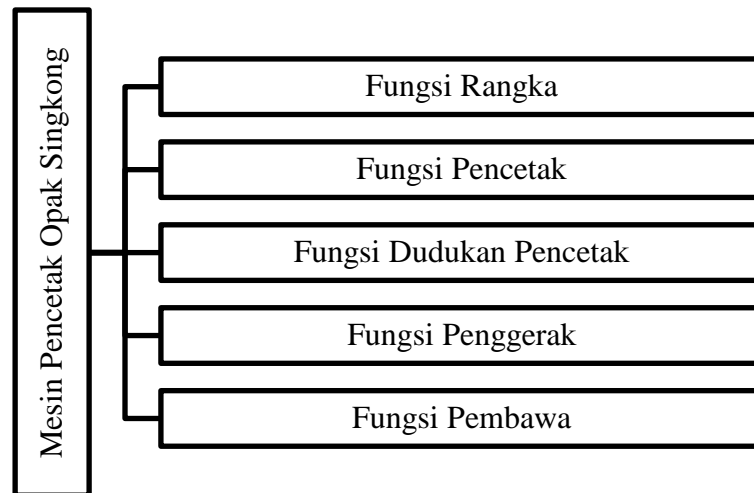
Dibawah ini merupakan ruang lingkup perancangan dari mesin pencetak opak singkong, menerangkan tentang daerah yang dirancang pada mesin pencetak opak singkong.



Gambar 4. 3 Analisa Black Box

4.3.2.2. Hirarki Fungsi

Berdasarkan analisa *Black Box* diatas selanjutnya dirancang alternatif solusi perancangan berdasarkan fungsi bagian seperti yang diklasifikasikan sebagai hirarki fungsi bagian.



Gambar 4. 4 Hirarki Fungsi Bagian

4.3.2.3. Tuntutan Fungsi Bagian

Pada tahapan ini mendeskripsikan tuntutan yang diinginkan dari masing-masing fungsi bagian (**Gambar 4.4.**) sehingga dalam pembuatan alternatif dari fungsi bagian mesin pencetak opak singkong sesuai dengan yang diinginkan. Berikut ini deskripsi sub fungsi bagian mesin pencetak opak singkong.

Tabel 4. 2 Deskripsi Sub Fungsi Bagian

No.	Fungsi bagian	Deskripsi
1.	Fungsi Rangka	Keseluruhan rangka mampu menahan tegangan-tegangan yang terjadi sehingga keseluruhan alat stabil dan ada dalam keadaan ideal saat terjadi proses pencetakan.
2.	Fungsi Pencetak	Mampu melakukan pencetakan dengan jumlah cetak 10 dalam 1 kali proses putaran pencetakan.
3.	Fungsi Dudukan Pencetak	Mampumenahan pencetak pada saat proses pencetakan.
4.	Fungsi Penggerak	Elemen transmisi memindahkan gerak yang

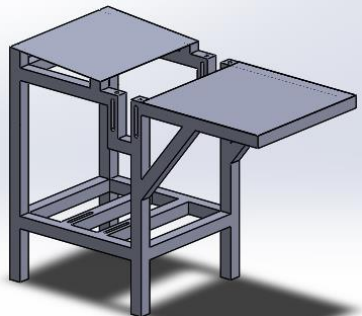
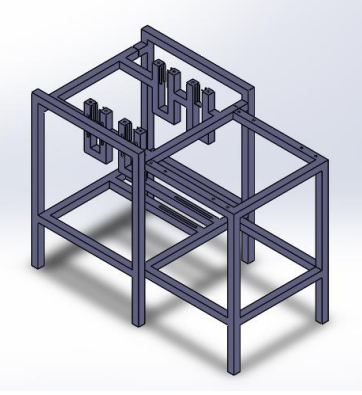
		dihasilkan oleh penggerak ke poros pencetak
5.	Fungsi Pembawa	Sistem dapat mengeluarkan opak yang sudah tercetak.

4.3.2.4. Alternatif Fungsi Bagian

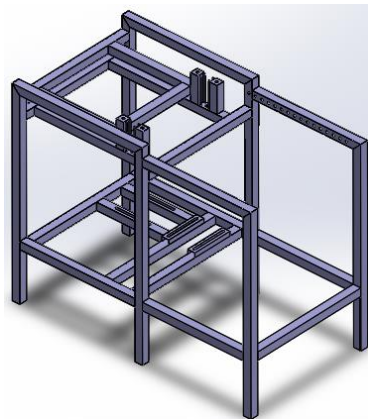
Pada tahapan ini disusun alternatif masing-masing fungsi bagian dari mesin pencetak opak singkong yang akan dirancang. Pengelompokan alternatif disesuaikan dengan deskripsi sub fungsi bagian (**Tabel 4.2.**) dan dilengkapi gambar rancangan beserta keuntungan dan kekurangan.

1. Fungsi Rangka

Tabel 4.3 Alternatif Fungsi Rangka

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A.1	 <p>Menggunakan <i>square hollow</i> dilas.</p>	Mudah di- <i>assembly</i> , komponen yang digunakan sedikit.	Tidak mampu meredam getaran, kurang ergonomis.
A.2	 <p>Menggunakan <i>square hollow</i> dilas.</p>	Rangka kokoh, mampu menahan getaran.	Komponen yang digunakan banyak, sulit di- <i>assembly</i> .

A.3




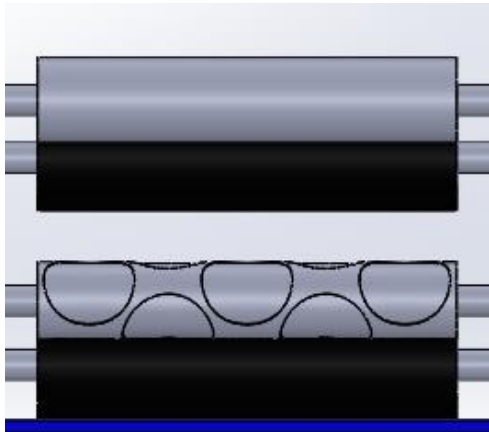
Menggunakan *square hollow*
dilas

Rangka lebih kokoh, getaran pada mesin sangat kecil, lebih ergonomis.

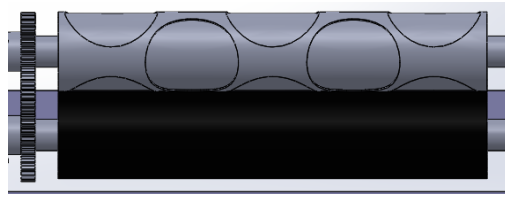
Komponen yang digunakan banyak, sulit di-assembly.

2. Fungsi Pencetak

Tabel 4. 4 Alternatif Fungsi Pencetak

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
B.1	 <p>Menggunakan 1 poros pencetak dan 1 poros penggiling.</p>	<p>Pembuatan komponen mudah, harga komponen murah.</p>	<p>Kurang maksimal dalam proses penggiling</p>
B.2	 <p>Menggunakan 1 poros pencetak dan 3 poros penggiling</p>	<p>Hasil yang dihasilkan maksimal.</p>	<p>Proses pembuatan komponen sulit, komponen yang digunakan banyak.</p>

B.3

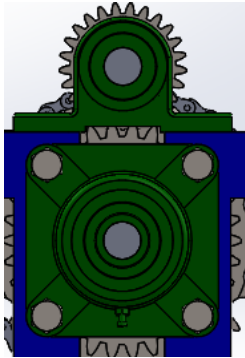
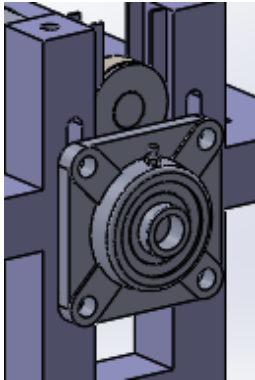


Menggunakan 1 poros pencetak dan 1 poros penggiling

Proses pembuatan komponen lebih mudah, perawatan lebih mudah. Hasil yang dihasilkan kurang maksimal.

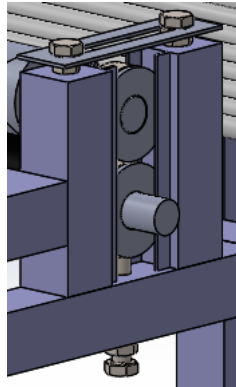
3. Fungsi Dudukan Pencetak

Tabel 4.5 Alternatif Fungsi Dudukan Pencetak

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
C.1	 <p>Menggunakan <i>pillow block</i> dan <i>square pillow block</i></p>	Komponen mudah didapatkan, proses <i>assembly</i> mudah.	Harga <i>pillow block</i> mahal, perawatan sulit.
C.2	 <p>Menggunakan <i>bushing, ball bearing</i></p>	Perawatan mudah, proses <i>assembly</i> mudah.	Penambahan konstruksi rangka untuk dudukan <i>bearing</i> , Komponen yang digunakan banyak.

dan *square pillow block*

C.3



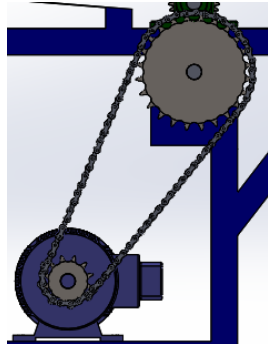
Menggunakan *bushing dan ball bearing*

Konstruksi sederhana, komponen mudah didapatkan, proses *assembly mudah*.

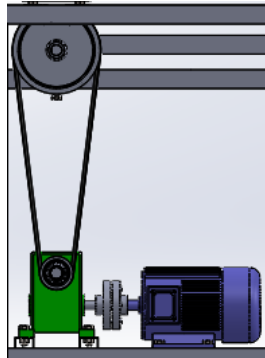
Komponen yang digunakan banyak, proses pembuatan *bushing* menggunakan mesin.

4. Fungsi Penggerak

Tabel 4. 6 Alternatif Fungsi Penggerak

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
D.1	 <p>Menggunakan <i>chain and sprocket</i> langsung dari motor ke poros pencetak.</p>	Torsi tinggi, tidak mengalami slip.	Harga komponen mahal, perawatan sulit.

D.2

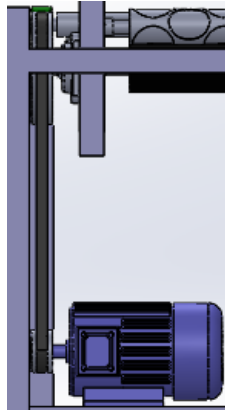


Tidak berisik,
proses *assembly*
mudah,
kecepatan putar
rendah.

Komponen yang
digunakan banyak,
perawatan sulit

Menggunakan puli dan
v-belt sebagai transmisi
dari *reducer* ke poros
pencetak.

D.3



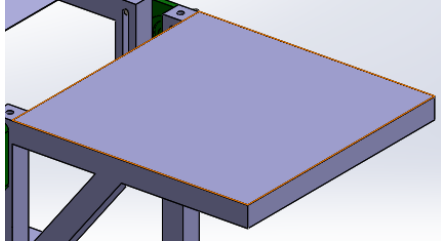
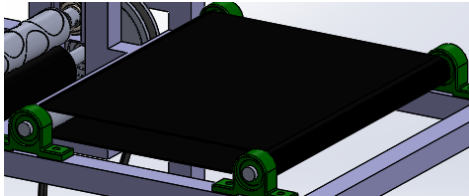
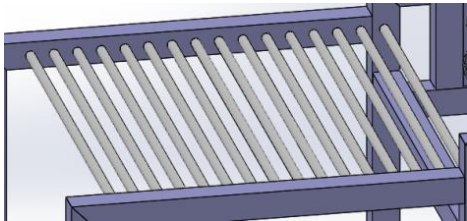
Perawatan
mudah, instalasi
mudah.

Mudah
mengalami slip,
rasio kecepatan
terbatas.

Menggunakan puli dan
v-belt langsung dari
motor ke poros
pencetak.

5. Fungsi Pembawa

Tabel 4. 7 Alternatif Fungsi Pembawa

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
E.1	 <p>Menggunakan plat yang di paku keeling ke <i>square hollow</i>.</p>	<p>Proses <i>assembly</i> mudah, komponen mudah didapatkan.</p>	<p>Tidak bisa bergerak,</p>
E.2	 <p>Menggunakan belt konveyor</p>	<p>Perawatan mudah, proses <i>assembly</i> mudah</p>	<p>Komponen yang digunakan banyak, kekuatan <i>belt</i> konveyor akan berkurang jika rusak.</p>
E.3	 <p>Menggunakan roll konveyor</p>	<p>Komponen mudah didapatkan, perawatan mudah, harga murah</p>	<p>Proses <i>assembly</i> <u>sulit</u>, komponen yang digunakan banyak.</p>

4.3.2.5. Penentuan Alternatif Konsep

Pada tahap ini alternatif fungsi bagian dipilih dan digabung satu sama lain sehingga terbentuk sebuah varian konsep mesin pencetak opak singkong dengan jumlah varian minimal 3 jenis varian konsep. Hal ini dimaksudkan agar dalam proses pemilihan terdapat pembandingan dan diharapkan dapat dipilih varian konsep yang dapat memenuhi tuntutan yang diinginkan.

Tabel 4. 8 Kotak Morfologi

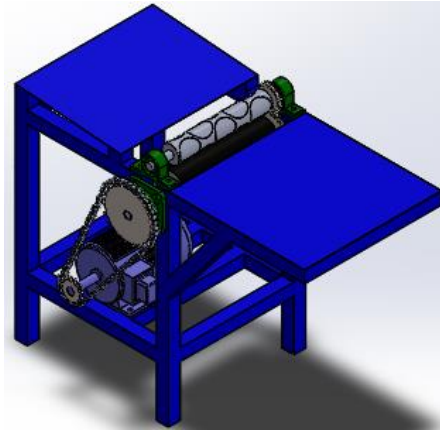
No.	Fungsi Bagian	Varian Konsep (V)		
		Alternatif Fungsi Bagian		
1.	Fungsi Rangka	A.1	A.2	A.3
2.	Fungsi Pencetak	B.1	B.2	B.3
3.	Fungsi Dudukan Pencetak	C.1	C.2	C.3
4.	Fungsi Penggerak	D.1	D.2	D.3
5.	Fungsi Pembawa	E.1	E.2	E.3
		V-I	V-II	VIII

4.3.2.1. Varian Konsep

Berdasarkan tabel morfologi penentuan alternatif konsep pada pembahasan sebelumnya, didapatkan 3 varian konsep berikut yang ditampilkan secara 3D. Setiap varian konsep ini dibandingkan satu sama lain sehingga dapat diputuskan varian konsep yang akan menjadi konsep akhir.

Dibawah ini adalah 3 (tiga) varian konsep mesin pencetak opak singkong yang telah dikombinasikan berdasarkan kotak morfologi (**Tabel 4.7.**), ketiga varian konsep tersebut adalah sebagai berikut:

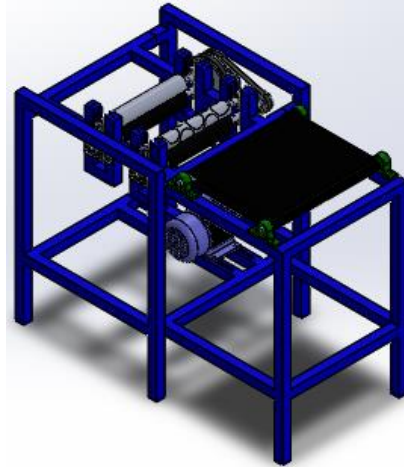
1. Varian Konsep I



Gambar 4. 5 Varian Konsep 1

Varian konsep I merupakan kombinasi fungsi pencetak menggunakan sistem pencetak 2 roll, sedangkan untuk dudukan pencetak menggunakan *pillow block* dan *square pillow block*. Sistem penggerak dibangun dengan menggunakan elemen transmisi *chain and sprocket* untuk memindahkan gerak yang dihasilkan oleh motor ke poros pencetak untuk memutar poros pencetak. Sementara sistem pembawa pada konsep ini adalah plat yang di paku keeling ke rangka sistem pembawa. Konstruksi rangka menggunakan *square hollow* yang perakitannya menggunakan las. Getaran dari mesin pada varian konsep I ini sangat besar karena bobotnya yang ringan dan dimensi rangkanya yang kecil.

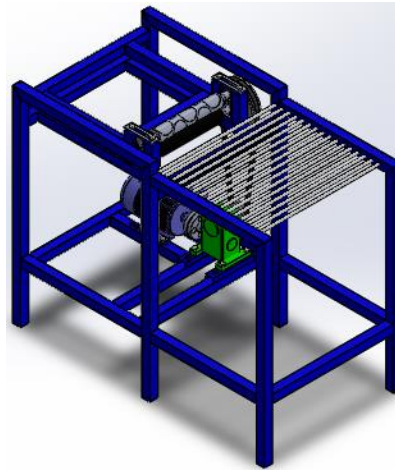
2. Varian Konsep II



Gambar 4. 6 Varian Konsep II

Varian konsep II ini merupakan kombinasi fungsi pencetak menggunakan sistem 4 roll, 2 roll pada meja input yang berfungsi sebagai penggiling. Sementara untuk dudukan pencetak menggunakan *ball bearing* dan *square pillow block* yang dapat diatur turun naik dengan memanfaatkan lubang slot pada rangka. Sedangkan sistem penggerak menggunakan elemen transmisi puli dan *v-belt* untuk memindahkan gerak yang dihasilkan oleh sistem penggerak ke poros penggiling. *Belt* konveyor dipasang pada rangka sistem pembawa untuk memudahkan membawa produk. Sistem rangka menggunakan *square hollow* yang di las. Getaran dari mesin pada varian konsep II ini kecil karena bobotnya yang berat dan dimensi rangka yang besar.

3. Varian Konsep III



Gambar 4. 7 Varian Konsep III

Varian konsep III ini merupakan kombinasi kombinasi fungsi pencetak menggunakan sistem 2 roll, sedangkan untuk dudukan pencetak menggunakan plat cekam pada sistem *ball bearing*. Sementara sistem penggerak untuk menggerakkan poros pencetak menggunakan elemen transmisi puli dan *v-belt* untuk memindahkan gerak yang di transmisikan dari motor ke *reducer*. Sistem pembawa pada konsep ini menggunakan roll konveyor. Sistem rangka menggunakan *square hollow* yang perakitannya menggunakan las. Getaran yang dihasilkan pada mesin ini stabil karena rangka yang kokoh dan berat.

4.3.2.6. Penilaian Variasi Konsep

Setelah menyusun alternatif fungsi keseluruhan, penilaian variasi konsep dilakukan untuk memutuskan alternatif yang akan ditindaklanjuti ke proses dan pembuatan draft. Kriteria aspek penilaian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu penilaian aspek teknis dan aspek ekonomis. Skala penilaian yang diberikan untuk menilai setiap varian terdapat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 9 Krteria Penilaian Teknis

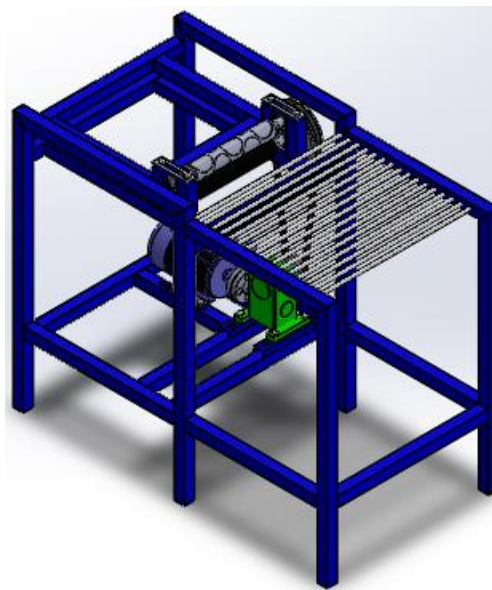
No	Kriteria Penilaian	Total Nilai		Varian		Varian		Varian	
			Ideal	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 2	Konsep 3	Konsep 3	Konsep 3
1	Pencapaian Fungsi	3	12	2	8	2	8	3	12
2	Proses Pembuatan	2	8	2	8	1	4	1	4
3	Komponen Standar	3	12	1	4	3	12	2	8
4	Perakitan	3	12	2	8	2	8	3	12
5	Perawatan	4	16	2	8	2	8	4	16
6	Keamanan	4	16	3	12	2	8	4	16
7	Ergonomis	4	16	2	8	2	8	4	16
8	Pemasangan	2	8	4	16	2	8	3	12
Total			100		72		64		96
% Nilai			100%		72%		64%		96%

Tabel 4. 10 Penilaian Konsep secara Ekonomis

No.	Kriteria Penilaian	Total Nilai		Varian		Varian		Varian	
			Ideal	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 2	Konsep 3	Konsep 3	Konsep 3
1	Biaya pembuatan	4	16	4	16	3	12	2	8
2	Biaya perawatan	4	16	2	8	3	12	4	16
Total			32		24		24		24
% Nilai			100%		75%		75%		75%

4.3.2.7. Keputusan

Dari proses penilaian yang telah dilakukan seperti diatas, varian konsep yang dipilih adalah varian dengan presentasi mendekati 100 persen. Dari varian konsep tersebut kemudian dioptimasi sub fungsi yang ada sehingga diperoleh hasil rancangan yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan. Varian yang dipilih adalah varian konsep III dengan nilai 96% untuk ditindaklanjuti dalam proses perancangan mesin pencetak opak singkong.



Gambar 4. 8 Konsep Mesin Yang Akan Dibuat

4.4 Merancang

4.4.1. Analisa Perhitungan

- Daya rencana (P_d) Motor Listrik = 0,5 HP, dengan putaran 1450 rpm.

$$P_{motor} = 0,5 \text{ Hp}$$

$$n = \frac{rpm}{60 \text{ detik}}$$

$$P_{motor} = 2 \times \pi \times n \times T_{motor}$$

$$0,5 = 2 \times \pi \times \frac{1450}{60} \times T_{motor}$$

$$T_{motor} = \frac{372 \text{ watt}}{151,84 \text{ putaran/detik}}$$

$$T_{motor} = 2,44 \text{ kg. m}$$

$$P = 0,5 \text{ (kw)}, n_1 = 1450 \text{ rpm}$$

$$Fc = 1,0$$

$$Pd = 1,0 \times 0,5 = 0,5 \text{ (kw)}$$

- Daya Motor Minimal yang dibutuhkan pada Putaran 1400 rpm.

$$P_{min} = 2 \times \pi \times n \times T_{motor}$$

$$P_{min} = 2 \times \pi \times \frac{1400}{60} \times 2,44$$

$$P_{min} = 357,72 \text{ watt} \longrightarrow 0,478 \text{ Hp}$$

Dari dasar perhitungan diatas, mesin ini mampu berputar dengan daya 0,478 HP, namun dalam penggunaan motor listrik yang digunakan 0,5 HP karena memanfaatkan motor listrik yang sudah ada.

- Menghitung Gear Box

$$n_1 = 1450$$

$$\text{Ratio gearbok} = 1/20$$

$$\frac{n_1}{\text{ratio gearbox}} = \frac{1450}{20} = 72,5 \text{ Rpm}$$

- Perhitungan Puli dan Sabuk-V

$$n_2 = 72,5 \text{ rpm}$$

$$\text{Perbandingan putaran rpm } 72,5/3 = 24,16$$

$$72,5/24 = 3$$

Jadi ditentukan puli 1/3

Puli yang tersedia

$$Dp = 6 \text{ in} = 152,4$$

$$dp = 2 \text{ in} = 50,4$$

$$\text{Jadi putaran } n_3 = 24,16 \text{ rpm}$$

Daya motor = 0,5 Hp

Penampang sabuk v = Tipe A

Diameter luar puli

$$dk = 50,8 + (2 \times 5,5) = 61,8 \text{ mm}$$

$$Dk = 152,4 + (2 \times 5,5) = 163,4 \text{ mm}$$

Kecepatan sabuk (v)

$$V = \frac{\pi \cdot dp \cdot n_2}{60 \cdot 1000}$$

$$V = \frac{\pi \cdot 50,872,5}{60 \cdot 1000} = 0,19 \text{ m/detik}$$

Keterangan :

V = Kecepatan puli (m/s)

dp = Diameter puli kecil (mm)

n₁ = Putaran puli kecil (rpm)

$$0,19 \text{ m/s} < 30 \text{ m/s} \longrightarrow \text{Baik}$$

Jika putaran sabuk kurang dari 30 m/s maka dinilai baik.

Panjang keliling (L)

$$C = 400 \text{ mm}$$

$$dp = 50,8 \text{ mm}$$

$$Dp = 152,4 \text{ mm}$$

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (Dp + dp) + \frac{1}{4 \cdot C} (Dp - dp)^2$$

$$L = 2 \times 400 + \frac{\pi}{2} (152,4 + 50,8) + \frac{1}{40 \times 400} (152,4 - 50,8)^2$$

$$L = 800 + \frac{\pi}{2} (203,2) + 1600 (101,6)^2$$

$$L = 1126$$

Nomor nominal sabuk yang tersedia sabuk-V = No.45 dengan keliling

sabuk = 1143 mm

Jarak sumbu poros (C) berdasarkan keliling sabuk standar

$$b = 2L - 3,14(Dp + dp)$$

$$b = 2 \times 1143 - 3,14(152,4 + 50,8)$$

$$b = 1647,62$$

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(Dp - dp)^2}}{8}$$

$$C = \frac{1647,62 + \sqrt{1647,62^2 - 8(152,4 - 50,8)^2}}{8}$$

$$C = 408,74 \text{ mm}$$

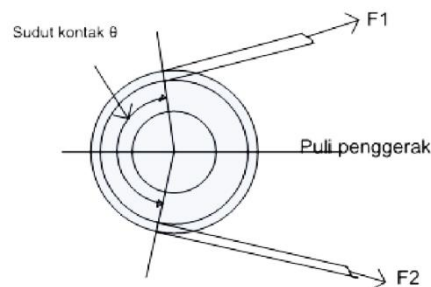
Sudut kontak (θ)

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(Dp + dp)}{C}$$

$$\theta = 180^\circ - \frac{57(152,4 + 50,8)}{408,74}$$

$$\theta =$$

$$151,66^\circ$$



Gambar 4. 9 Sudut Kontak Puli

- Perhitungan roda gigi

Dik :

$$P = 1,0$$

$$i = 2$$

$$a = 53,5$$

Daya rencana

$$P_d = 1,0 \times 0,5 \text{ (kw)}$$

$$d_1^1 = \frac{2 \times a}{1 + i}$$

$$d_1^1 = \frac{2 \times 53,5}{1 + 2} = 35,6 \text{ mm}$$

$$d_2^1 = \frac{2 \times a \times i}{1 + i}$$

$$d_2^1 = \frac{2 \times 53,5 \times 2}{1 + 2} = 71,3 \text{ mm}$$

Keterangan :

P = Daya yang akan ditransmisikan (kW)

i = Perbandingan reduksi

a = Jarak sumbu poros (mm)

d_1^1, d_2^1 = Diameter sementara lingkaran jarak bagi (mm)

Dari diagram pemilihan modul

$$m = 2$$

Keterangan :

m = Pahat modul

Menghitung jumlah gigi

$$z_1 = \frac{36}{2} = 18, z_2 = \frac{72}{2} = 36$$

$$z_1 = 18, z_2 = 36, i = \frac{36}{18} = 2$$

Keterangan :

z = Jumlah gigi

i = Perbandingan gigi

Menghitung diameter lingkaran jarak bagi

$$d_{01} = 18 \times 2 = 36 \text{ mm}$$

$$d_{02} = 36 \times 2 = 72 \text{ mm}$$

$$a_0 = \left(\frac{36 + 72}{2} \right) = 54 \text{ mm}$$

Keterangan :

d_0 = Diameter lingkaran jarak bagi (mm)

a_0 = Jarak sumbu poros (mm)

$$C_0 = 0$$

$$C_k = 0,25 \times 2 = 0,50 \text{ mm}$$

$$d_{k1} = (18 + 2) \times 2 = 40 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = (36 + 2) \times 2 = 76 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = (18 - 2) \times 2 - 2 \times 0,50 = 31 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = (36 - 2) \times 2 - 2 \times 0,50 = 67 \text{ mm}$$

$$H = 2 \times 2 + 0,50 = 4,5 \text{ mm}$$

Keterangan :

C_0 = Kelonggaran sisi (mm)

C_k = Kelonggaran puncak (mm)

d_k = Diameter kepala (mm)

d_f = Diameter kaki (mm)

H = Kedalaman pemotongan (mm)

$$Y_1 = 0,308$$

$$Y = 0,371 + (0,383 - 0,371)(7/50) = 0,372$$

$$v = \frac{\pi \times 36 \times 70}{60 \times 1000} = 0,13 \text{ (m/s)}$$

$$F_t = \frac{102 \times 0,5}{0,13} = 392 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{6}{6 + 0,13} = 0,97$$

Keterangan :

Y = Faktor bentuk gigi

v = Kecepatan keliling (m/s)

F_t = Gaya tangensial (kg)

F_v = Faktor dinamis

Maka hasil dari perhitungan diatas :

$$m = 2$$

$$z_1 = 18$$

$$z_2 = 36$$

$$a = 54 \text{ mm}$$

$$dk_1 = 40 \text{ mm}$$

$$dk_2 = 76 \text{ mm}$$

$$df_1 = 31 \text{ mm}$$

$$df_2 = 67 \text{ mm}$$

$$H = 4,5 \text{ mm}$$

Bahan roda gigi = St 37

- Perhitungan Poros

Menghitung momen puntir

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_2}$$

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{0,5}{72,5}$$

$$T_2 = 6717,24 \text{ kg.mm}$$

Mencari tegangan geser

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 + Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{37}{6 \times 3}$$

$$\tau_a = 2,05 \text{ kg/mm}$$

Keterangan :

τ_a = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2).

σ_b = kekuatan tarik (kg/mm^2).

Sf_1, Sf_2 = faktor keamanan.

Menentukan diameter poros



Gambar 4. 10 Poros

Dik :

$$C_b = 2$$

$$K_t = 2$$

$$T_a = 2,05 \text{ kg/mm}$$

$$M = 9,74 \cdot 10^5 \frac{p_d}{n_1}$$

$$M = 9,74 \cdot 10^5 \frac{05}{1450}$$

$$M = 335,86 \text{ kg.mm}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{T_a} \cdot \sqrt{K_t \cdot C_b \cdot T} \right]^{1/3} \text{ atau } \left[\frac{5,1}{T_a} \sqrt{(K_t \cdot M)^2 + (K_t \cdot M)} \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{2,05} \sqrt{(2.335,86)^2 + (2.335,86)^2} \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[2,49 \sqrt{451207,75 + 451207,75} \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[2,49 \sqrt{902415,5} \right]^{1/3}$$

$$d_s = [2,49 \times 949,95]^{1/3}$$

$$d_s = 13,32 (\geq) \text{ mm}$$

Poros yang dipakai lebih besar dari perhitungan di atas yaitu, 20 mm

Keterangan :

K_m =faktor koreksi momen lentur

M =momen lentur (kg.mm)

K_t =faktor koreksi momen puntir

T =momenpuntir

4.4.2. Elemen Mesin Standar

Elemen mesin standar yang digunakan dalam rancang bangun mesin pencetak opak singkong antara lain :

1. *Bearing* (ASB6205RS)→ 20mm
2. *Pulley* (6A1)
3. *Pulley* (2A1)
4. *V-Belt*(A-45)
5. Kopleing Tetap

4.4.3. Bahan/Material

1. *Square Hollow* 35×35×1.3mm
2. Plat Aluminium 0,8mm
3. Plat Galvanis
4. Pencetak Stainless Steel
5. *Carboned*

4.4.4. Permesinan

Berikut ini adalah proses permesinan yang dilakukan dalam pembuatan mesin pencetak opak singkong :

1. Pembuatan *Frame/Rangka* Mesin

- 1.1. Menyiapkan *Square Hollow* 35X35X1,3
- 1.2. Memotong *Square Hollow* sesuai ukuran pada gambar kerja, pemotongan menggunakan gerinda tangan, penggaris siku dan meteran.



Gambar 4. 11 Pemotongan *Square Hollow*

- 1.3. Melakukan *assembly* rangka mesin sesuai dengan gambar kerja menggunakan sambungan permanen yaitu las dengan mesin las listrik.



Gambar 4. 12 Pengelasan rangka

- 1.4. Melakukan pengeboran *square hollow* menggunakan mata bor \varnothing 11 dan gerinda tangan untuk dudukan motor.
- 1.5. Melakukan pengeboran *square hollow* menggunakan mata bor \varnothing 11 dan gerinda tangan dudukan reducer.
- 1.6. Melakukan pengeboran pada rangka untuk penyetelan kekencangan v-belt menggunakan bor tangan \varnothing 11.
- 1.7. Melakukan pengeboran pada plat 2 mm untuk pencekam poros pencetak menggunakan bor tangan \varnothing 11 (2 pcs).
- 1.8. Melakukan pemotongan plat 2 mm dengan ukuran 33x134 mm menggunakan gerinda tangan mata potong.
- 1.9. Melakukan pengelasan dudukan poros menggunakan *square hollow* 35x35x1,3 menggunakan mesin las listrik.

2. Pembuatan Poros Utama

- 2.1. Menyiapkan poros pejal St37 berukuran diameter 20 mm dengan panjang 470 mm.
- 2.2. Kemudian pembuatan alur pasak poros menggunakan mesin *milling*.
- 2.3. Kemudian pembuatan alur pasak roda gigi menggunakan mesin *milling*.
- 2.4. Kemudian melakukan pengeboran lubang pada poros dengan diameter 7 mm.

3. Pembuatan Poros Pencetak



Gambar 4. 13 Pembuatan poros pencetak

- 3.1. Menyiapkan poros/pipa stainless berukuran diameter 51 mm dengan panjang 276 mm.
- 3.2. Melakukan pengemalan pencetak sesuai dengan gambar kerja.
- 3.3. Kemudian melakukan pemotongan poros yang sudah di mal menggunakan gerinda tangan, dengan ukuran cetakan berdiameter 60 mm.
- 3.4. Kemudian melakukan pengeboran lubang pada poros dengan diameter 7 mm.

4. Pembuatan *Bushing*

- 4.1. Menyiapkan besi st 37 berdiameter 52 mm dan panjang 40 mm.
- 4.2. Kemudian melakukan pembubutan dengan pemakanan sampai berukuran diameter 25 mm panjang 36 mm.
- 4.3. Melakukan pengeboran dengan diameter 18 mm, kemudian lakukan pembubutan diameter dalam menggunakan pahat bubut dalam dengan ukuran diameter 20 mm.
- 4.4. Melakukan pengeboran lubang baut $\varnothing 6$.
- 4.5. Kemudian melakukan pengetapan menggunakan tab ukuran M6.

5. Pembuatan Cover Penutup

- 5.1. Menyiapkan pelat seng ukuran 2000x1500x0,4mm.
- 5.2. Potong masing-masing bagian dengan menggunakan gunting pelat.

6. Assembly

- 6.1. Pemasangan motor listrik.
- 6.2. Pemasangan reducer.
- 6.3. Pemasangan bearing ke bushing.
- 6.4. Pemasangan bushing ke poros.
- 6.5. Pemasangan poros penggiling dan pencetak.
- 6.6. Pemasangan puli pada poros penggiling.
- 6.7. Pemasangan puli pada reducer.
- 6.8. Pemasangan v-belt.

7. Finishing

- 7.1. Melapisi Frame dengan dempul kemudian dilanjutkan pengecatan pada frame.



Gambar 4. 14 Pendempulan dan pengecatan

- 7.2. Kemudian dilanjutkan dengan *Assembly* ulang semua *part* mesin.

4.5. Penyelesaian

4.5.1. Hasil Uji Coba

Berikut ini adalah hasil uji coba mesin pecetak opak singkong di IKM Bapak Sayuti di Sungailiat, ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Pengujian Waktu

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk meniriskan keripik singkong.

Tabel 4. 11 Pengujian Waktu

Pengujian ke -	Pengujian Waktu		
	Berat Adonan (gram)	Waktu Pencetakan (detik)	Hasil opak yang dicetak (pcs)
1	200	17,5	100
2	400	35	200
3	600	52,5	300
4	800	70	400
5	1000	87,5	500

4.5.2. Analisa Hasil Uji Coba

Berdasarkan tabel hasil uji coba 4.13 menunjukkan bahwa opak singkong dengan berat 200 gram dapat tercetak secara maksimal dengan durasi waktu 17,5 detik menggunakan wadah alas plastik dengan panjang 150 cm dan lebar 30 cm dapat menghasilkan 100 pcs opak singkong, jadi untuk 1 kg opak singkong dapat menghasilkan 500 pcs opak singkong dengan durasi waktu 87,5 detik.

4.6. Perawatan

Berikut merupakan petunjuk perawatan yang harus dilakukan pada Mesin Pencetak opak singkong, yaitu:

1. Pastikan baut dudukan motor selalu kencang
2. Pastikan baut dudukan reducer selalu kencang
3. Pastikan kabel sumber tidak terlipat
4. Pastikan V-Belt Selalu dalam keadaan yang baik. Dan pada posisi yang baik dengan defleksi yang sesuai.
5. Dalam 1 bulan sekali hendaklah mengoles grease pada roda gigi agar tidak terjadi korosi.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berikut ini adalah kesimpulan yang diperoleh dari kegiatan perancangan mesin pencetak opak singkong, sebagai berikut:

1. Perancangan menggunakan metode VDI 2222 sangat sesuai dan mempercepat proses perancangan sehingga didapat rancangan mesin pencetak opak singkong yang ideal dan layak dipertimbangkan untuk dibuat dan digunakan.
2. Mesin pencetak opak singkong dapat memproses 2 (dua) gram adonan opak selama 17,5 detik.
3. Jumlah opak yang dapat diproses sebanyak 41,2 kg/jam dengan lebar diameter opak 60 mm dan tebal 2 mm.

5.2. Saran

Berikut ini beberapa saran yang dapat dipertimbangkan oleh pembaca untuk pengembangan rancangan mesin pencetak opak singkong pada penelitian selanjutnya:

1. Rancangan pada meja input dapat dibuat dengan sistem konveyor sehingga adonan opak dapat terbawa langsung ke sistem pencetak secara otomatis.
2. Sistem kontrol elektronik dapat direncanakan untuk menambah fungsi-fungsi yang terdapat pada alat/mesin seperti fungsi pengatur kecepatan putar pencetak.

DAFTAR PUSTAKA

- Saputra, Joni dkk., 2019. *Modifikasi Rancang Bangun Mesin Peniris Minyak Serbaguna*
- Batan, I. M. L., n.d. *Diktat Kuliah Pengembangan Produk*. s.l.:Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin ITS.
- Djamiko, R. D., 2008. *Modul Teori Pengelasan Logam*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Komara, A. I. & Saepudin, 2014. Aplikasi Metoda VDI 2222 Pada Proses Perancangan Welding Fixture untuk Sambungan Cerobong Dengan Teknologi CAD/CAE. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder*, I(2), pp. 1-8.
- Politeknik Manufaktur Bandung, n.d. *Gambar Teknik Mesin: Simbol dan Penunjukan Pengelasan*. s.l.:Politeknik Manufaktur Bandung.
- Ruswandi, A., 2004. *Metoda Perancangan I*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.
- Sularso & Suga, K., 1979. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. s.l.:Pradnya Paramita.
- Bernande. (2015). *RANCANG BANGUN ALAT PENGEPRESS KALENG ALUMUNIUM 330 ML*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Corinthias P. M. Sianipar, d. (2013). *Design Methodology for Appropriate Technology: Engineering as if People Mattered*. Sustainability.
- Djamiko, R. D. (2008). *Modul Teori Pengelasan Logam*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Fadhilah, Miftah dkk. (2017). *RANCANG BANGUN MESIN PENGERING BUMBUN LAKSA UNTUK PRODUK PENDUKUNG MAKANAN BERKEMASAN BERKAPASITAS 4 KG*. Sungailiat: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
- Foster, B. (2004). *Fisika SMA 1A*. Jakarta: Erlangga.
- Iynkaran, K. (1994). In *Application of Mechanics And Materials For Machine* (p. 12). Singapore : Prentice Hall.

- Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri : Teknik dan Aplikasi Implementasi Total Productive Maintenance (TPM), Preventive Maintenance dan Reability Centered Maintenance (RCM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Politeknik Manufaktur Bandung. (n.d.). *Gambar Teknik Mesin: Simbol dan Penunjukan Pengelasan*. Politeknik Manufaktur Bandung.
- Ruswandi, A. (2004). *Metoda Perancangan I*. Bandung: Politeknik Manufaktur Bandung.
- Shigley, J. E. (1984). In *Perencanaan Teknik Mesin*. (p. 70). Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&G*. Bandung: Alfabeta.
- Sularso, & Suga, K. (1979). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramita.
- Sularso, S. K. (2004). *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Valentina, O. (2009). *Analisis Nilai Tambah Ubi Kayu sebagai Bahan Baku Keripik Singkong di Kabupaten Karanganyar (Kasus pada KUB Wanita Tani Makmur)*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- VDI. (1997). *VDI Guideline 2222 Part 1: Engineering Design Methodology* (2nd ed.). Berlin, Germany, : ystematic Development of Solution Principles.
- Wasisto, S. d. (2016). *PERANCANGAN MESIN PENIRIS UNTUK ANEKA MAKANAN RINGAN HASIL GORENGAN*. Semarang: Unisbank Semarang.
- Zwicky, F. (1966). *Entdecken Erfinden, Forschen im Morphologischen Weltbild* (Mai 1971 ed.). München: Droemer Knau.



Lampiran 1
Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Rediansah
Tempat & tanggal lahir : Belinyu, 10 Juli 1998
Alamat rumah : Jln. Raya belinyu Desa
Riau Kec. Riau Silip

Telp : -
Hp : 085381854158
Email : rediyansah472@gmail.com

Jenis Kelamin : Laki- Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 12 Riau Silip	2004-2010
SMP Negeri 1 Riau Silip	2010-2013
SMK YPN Belinyu	2013-2016
D-III POLMAN BANGKA BELITUNG	2017-sekarang

3. Pendidikan Non Formal

.....

.....

.....

.....

.....

Sungailiat, 23 Agustus 2020

Rediansah

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Faisal
Tempat & tanggal lahir : Mentok, 7 November 1997
Alamat rumah : Jln. Pait Jaya Dsn. Belo Laut.
Telp : -
Hp : 082176852119
Email : faisalpaypay123@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 21 Mentok	2003-2009
SMP Negeri 1 Mentok	2009-2012
SMK Negeri 1 Mentok	2012-2015
D-III POLMAN BANGKA BELITUNG	2017-sekarang

3. Pendidikan Non Formal

.....
.....
.....
.....
.....

Sungailiat, 23 Agustus 2020

Muhammad Faisal

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Egi Ernanda
Tempat & tanggal lahir : Muntok, 10 Mei 1999
Alamat rumah : Jalan Raya Peltim Gg. Tembus

Telp : -
Hp : 081367704121
Email : egiernanda3@gmail.com

Jenis Kelamin : Laki- Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 3 Muntok	2005-2011
SMP Negeri 3 Muntok	2011-2014
SMK Bina Karya 1 Muntok	2014-2017
D-III POLMAN BANGKA BELITUNG	2017-sekarang

3. Pendidikan Non Formal

.....
.....
.....
.....
.....

Sungailiat, 23 Agustus 2020

Egi Ernanda



Lampiran 2
Tabel Standar Kriteria Penilaian Aspek Teknis dan Ekonomis

Tabel Standar Kriteria Penilaian Aspek Teknis

No.	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Pencapaian Fungsi	Mesin Pencetak opak singkong mampu mencetak dengan baik, produk yang dicetak 60%.	Mesin pencetak mampu mencetak produk yang dicetak 70%.	Mesin pencetak opak singkong mampu mencetak opak dengan baik dan 80% produk tidak rusak.	Mesin pencetak mampu mencetak opak singkong dengan baik produk 100% tidak rusak.
2	Proses Pembuatan	Banyak part non-standar yang tidak dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di Bengkel Polman Negeri Babel	Sedikit part non-standar yang dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di Bengkel Polman Negeri Babel tetapi menggunakan tenaga ahli khusus	Banyak part non-standar yang dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di Bengkel Polman Negeri Babel tetapi menggunakan tenaga ahli khusus	Banyak part non-standar yang dapat dikerjakan dengan mesin yang terdapat di Bengkel Polman Negeri Babel tanpa menggunakan tenaga ahli khusus
3	Komponen Standar	Penggunaan komponen standar antara 1-50%	Penggunaan komponen standar antara 51-70%	Penggunaan komponen standar antara 71-85%	Penggunaan komponen standar antara 86-100%

4	Perakitan	Sulit dalam perakitan	Perakitan perlu menggunakan alat khusus	Perakitan oleh tenaga ahli	Perakitan mudah tanpa menggunakan tenaga ahli dan alat khusus
5	Perawatan	Perawatan dilakukan setiap 1 bulan sekali	Perawatan dilakukan setiap 2 bulan sekali	Perawatan dilakukan setiap 3 bulan sekali	Perawatan dilakukan setiap 6 bulan sekali
6	Keamanan	Membahayakan operator dan orang lain pada saat digunakan dan disimpan	Membahayakan operator pada saat digunakan	Tidak membahayakan operator pada saat digunakan	Tidak membahayakan pada saat disimpan dan digunakan
7	Ergonomis	harus dioperasikan dengan dua orang operator ibu ibu, sulit dalam pengoperasiannya (dihubungkan ke sakelar dan terdapat 8 tombol yang	harus dioperasikan dengan satu orang operator ibu ibu, dalam pengoperasiannya (dihubungkan ke sakelar dan terdapat 6 tombol yang	harus dioperasikan dengan satu orang operator ibu ibu, dalam pengoperasiannya (dihubungkan ke sakelar dan terdapat 5 tombol yang harus	harus dioperasikan dengan satu orang operator ibu ibu, dalam pengoperasiannya (dihubungkan ke sakelar dan terdapat 3 tombol yang

		harus disetel), getaran pada mesin besar, dapat bergerak sekitar 5cm, sistem manual cukup berat untuk ibu-ibu tidak dapat dilakukan dengan duduk	harus disetel), , getaran pada mesin , dapat bergerak sekitar 3cm, sistem manual tidak begitu berat untuk ibu-ibu tidak dapat dilakukan dengan duduk	disetel), , getaran pada mesin, dapat bergerak sekitar 2cm, , sistem manual tidak begitu berat untuk ibu-ibu dapat dilakukan dengan duduk	harus disetel),getaran pada mesin tidak sampai membuat mesin bergeser, sistem manual tidak begitu berat untuk ibu-ibu dapat dilakukan dengan duduk
8	Pemasangan	Pemasangan susah(tidak seperti biasa) dan menggunakan tenaga ahli khusus	Pemasangan mudah(seperti biasa) dan menggunakan tenaga ahli khusus	Pemasangan mudah(seperti biasa) dengan menggunakan tenaga ahli khusus	Pemasangan mudah(seperti biasa) dan tanpa tenaga ahli khusus

Tabel Standar Kriteria Penilaian Aspek Ekonomis

No.	Aspek yang dinilai	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Biaya Pembuatan	Harga produksi lebih dari 6 juta rupiah	Harga produksi 5 - 6 juta rupiah	Harga produksi 3 - 4 juta rupiah	Harga produksi kurang dari 3 juta rupiah
2	Biaya Perawatan	Diatas 1 juta per tahun	Antara 500 ribu - 1 juta per tahun	Antara 100-500 ribu per tahun	Kurang dari 100 ribu per tahun



Lampiran 3
Perawatan Terjadwal

Perawatan Terjadwal

Standar Pembersihan

No.	Bagian – bagian	Standar	Metode / cara	Alat	Waktu	Interval		
						Harian	Mingguan	Bulanan
1.	Rangka	Bersih dari debu, karat	Bersihkan rangka mesin dengan menggunakan majun atau kuas	Majun / kuas	5 menit	✓		
2.	Bearing	Bersih dari debu, pasir	Bersihkan bearing menggunakan majun	Majun	10 menit		✓	

3.	Poros pencetak	Bersih dari debu, dan kotoran	Bersihkan poros pencetak dengan menggunakan majun	Majun	3 menit	✓		
4.	Poros utama	Bersih dari debu, dan kotoran	Bersihkan poros utama menggunakan majun	Majun	3 menit	✓		

5.	Roda gigi	Bersih dari debu, dan kotoran	Dibersihkan menggunakan majun dan kuas	Majun, kuas	3 menit	✓		
6.	Cover	Bersih dari debu	Dibersihkan menggunakan majun	Majun	5 menit	✓		

7.	Motor listrik	Bersih dari debu,	Dibersihkan dengan majun dan kuas	Majun, kuas	10 menit		✓	
----	---------------	-------------------	-----------------------------------	-------------	----------	--	---	--

Standar Pelumasan

No.	Bagian – bagian	Standar	Metode / cara	Jenis pelumas	Alat	Waktu	Interval
1.	Reduser	½ volume reduser	Dengan melakukan pengisian oli pada reduser	Shell omala 320	Tang kombinasi , corong	10 menit	2.500 jam

2.	Roda Gigi	Terlumasi oli	Dilumasi dengan cara di oles oli menggunakan kuas	Minyak goreng	kuas	5 menit	12 jam
----	-----------	---------------	---	---------------	------	---------	--------

Standar Inpeksi




No.	Bagian – bagian	Standar	Metode / cara	Langkah perbaikan	Waktu	Interval		
						Harian	Mingguan	Bulanan
1.	Baut pengikat pada komponen mesin	Terikat kencang ,tidak backlash	Visual	Mengencangkan baut bila baut kendor, mengganti baut bila baut backlash	6 menit	✓		

2.	Pully and belt	Kekencangan pada belt adalah 1/64" dikali jarak sumbu antar pully, pully penggerak sejajar dengan pully penghubung .	Pengukuran menggunakan mistar baja	Lakukan penyetelan pully and belt bila tidak sesuai dengan standar	15 menit			✓
----	----------------	--	------------------------------------	--	----------	--	--	---



Lampiran 4
Standar Operasional dan Perawatan Mesin Pencetak Opak Singkong

SOP (Standar Operasional Prosedur)

Keterangan	Gambar
1. Letakan alas carbonet hingga benar-benar terapat pada poros, kemudian letakkan adonan pada alas carbonet tersebut.	
2. Sambungkan sumber utama tersambung dengan listrik.	
3. Tekan tombol On / Off pada saklar	

Perawatan

Berikut merupakan petunjuk perawatan yang harus dilakukan pada Mesin Pencetak opak singkong, yaitu:

1. Pastikan baut dudukan motor selalu kencang.
2. Pastikan baut dudukan reducer selalu kencang.
3. Pastikan kabel sumber tidak terlipat.
4. Pastikan V-Belt Selalu dalam keadaan yang baik. Dan pada posisi yang baik dengan defleksi yang sesuai.
5. Dalam 1 bulan sekali hendaklah mengoles grease pada roda gigi agar tidak terjadi korosi.



Lampiran 5
Gambar Susunan dan Gambar Bagian



Latar Belakang :

Permasalahan di Industri kecil menengah ini proses produksinya masih dengan cara manual ,Pada proses pencetakan secara manual diamater opak yang diinginkan ,dan Industri kecil menengah juga membutuhkan mesin yang bisa mempermudah dan mempercepat proses produksi



MANUFACTURED BY
Egi Ernanda NIM : 0021742
Muhammad Faisal NIM : 001178
Rediansah NIM : 0011752

OPRASIONAL MESIN

- Sambungkan mesin sumber ke tegangan listrik.
- Letakan adonan di dekat poros pencetak yang beralaskan carboned.
- Atur saklar pada posisi on untuk menghidupkan mesin.

NAMA PEMBIMBING

- Zaldy Kurniawan M.T
- Muhammad Hanitsah Amrullah M.Eng

TUJUAN

- Mampu mencetak opak singkong diameter 60mm dan tebal 2mm.
- Mampu memproduksi opak singkong 10kg/hari.
- Mesin dilengkapi sistem komveyor

SPESIPIKASI

Mesin mampu mencetak opak singkong dengan diameter dan ketebalan yang di tentukan.



