

**RANCANG BANGUN ALAT PEMOTONG
BAHAN KERUPUK UBI KAYU**

1. Firda Herlina, ST., M.Eng.
2. Ahmad Rizani, S.HI., S.E., M.Eng., M.Ec.Dev.

¹Universitas Islam Kalimantan

²Universitas Borneo Tarakan

ABSTRACT

Cassava is one of several main provisions substitutes in Indonesia. It is known to be the third consumed provisions after rice and corn. The spreading of cassava plant is in all over Provinces of Indonesia. In the regency of Hulu Sungai Selatan in the Province of South Kalimantan cassava is processed to become cassava chips and thereby supports the local economic development. Unfortunately there is a lack of technology for the efficient cassava slicing machine, since the used tools are still very simple. The purposes of this research are to design and to build an efficient cassava slicing machine and also recognizing the influence of the pulley size to the slicing speed and to the sliced cassava.

The preparation to invent the cassava slicing machine consists of designing and selection of its components, such as motor, axis, pulley, anvil and other supporting equipments. After the designing process the assembling of the slicing machine is executed. Right after the assembling process the performance of the slicing machine is tested by changing the rotation of slicing disc axis constantly in order to gain great quantities of qualified sliced cassavas with less waste.

The result of this research and the analyzing process shows that the performance of the designed slicing machine can be optimal by using 8 inches pulley. The slicing of one stem produces 861 sliced cassavas, 645 of them are qualified and 217 are broken, in average time of 35,67 seconds. By slicing two stems at the same time produces 1.413 sliced cassavas, consist of 857 qualified and 556 broken sliced cassavas, in the average time of 45,67 seconds. The comparison for the invented slicing machine is the simple slicing machine, which is used in South Kalimantan nowadays. The simple machine slices 546 sliced cassavas from one stem, 461 of them are qualified and 85 sliced cassavas are broken, in the time of 2 minutes. The comparison shows that the new invented machine is more efficient than the used old one. Moreover the invented cassava slicing machine has the advantages of high slicing speed, clean sliced cassava and high safety.

Keywords : *cassava, design, cassava slicing machine, pulley, efficiency, effectiveness*

A. LATAR BELAKANG

Ubi kayu atau ketela pohon atau *Cassava* sudah lama dikenal dan ditanam oleh penduduk di dunia. Potensi nilai ekonomi dan sosial ubi kayu merupakan bahan pangan masa depan yang berdaya guna, bahan baku berbagai industri dan pakan ternak.

Ubi kayu saat ini sudah digarap sebagai komoditas agroindustri, seperti produk tepung Tapioka, industri fermentasi, dan berbagai industri makanan. Bagian tanaman ubi kayu yang umum digunakan sebagai bahan makanan manusia adalah ubinya dan daunnya (pucuk). Pada bagian daun (pucuk) ubi kayu dapat dibuat sebagai lalap masak, pencampur lotek, urap, dan aneka jenis masakan lainnya. Sedangkan pada bagian ubinya dapat diolah menjadi berbagai macam (jenis) produk makanan. Aneka jenis produk makanan tersebut, antara lain adalah ubi kayu rebus (kukus), ubi kayu bakar, ubi kayu goreng, kolak, keripik, opak, tape, dan enyek-enyek. Di samping itu, ubi kayu dapat diolah menjadi produk antara (*intermediate product*) seperti gaplek dan tepung tapioka.

Ubi kayu dan berbagai produk olahannya mengandung gizi (nutrisi) cukup tinggi dan komposisinya lengkap. Daun muda (pucuk) ubi kayu dalam tiap 100 gramnya mengandung; 73 kal Kalori, 6,8 gr Protein, 1,2 gr Lemak, 13,0 gr Karbohidrat, 165 mg Kalsium, 54 mg Fosfor, 2,0 mg Zat Besi, 11.000 SI Vitamin A, 0,12 mg Vitamin B1, 275,00 mg Vitamin C, 77,2 gr Air, dari bagian yang dapat dimakan (bdd) sebesar 87 % (Direktorat Gizi Depkes RI, 1981).

Ubi kayu saat ini juga merupakan salah satu komoditi yang diharapkan menjadi salah satu unggulan dari daerah Kalimantan Selatan dimana ubi kayu dijadikan sebagai mata pencaharian dari suatu kabupaten yang ada di Kalimantan Selatan tepatnya di Kabupaten Hulu Sungai Selatan dengan menjadikan ubi kayu sebagai sebuah produk yang dinamakan masyarakat setempat dengan kerupuk ubi kayu. Akan tetapi, dalam pembuatan kerupuk ubi kayu tersebut, masih menggunakan alat yang sangat sederhana sekali dalam proses pemotongannya.

Berdasarkan latar belakang pemikiran tersebut, peneliti berusaha melakukan penelitian tentang ubi kayu dan pemanfaatannya untuk industri kerupuk yang mempunyai nilai jual yang cukup baik untuk bisa menambah penghasilan dan kesejahteraan masyarakat, dengan merancang sebuah mesin alat pemotong bahan kerupuk dari ubi kayu yang mempunyai efektivitas dan efisiensi baik terhadap hasil produksi.

Efektifitas yang dimaksudkan adalah pengaruh alat terhadap kualitas hasil pemotongan kerupuk ubi kayu sehingga dihasilkan produk kerupuk ubi kayu yang mempunyai bentuk hasil potongan tidak pecah-pecah. Efisiensi yang dimaksud adalah upaya untuk mempersingkat rangkaian proses produksi sehingga mengurangi waktu dan biaya produksi sekaligus meningkatkan keuntungan.

B. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan sebuah mesin pemotong yang efisien untuk memotong bahan kerupuk yang terbuat dari bahan baku ubi kayu. Tingkat efisiensi alat dari alat yang akan diciptakan nantinya didasarkan pada faktor-faktor sebagai berikut :

1. Tingkat kecepatan pemotongan yang ditandai dengan jumlah potongan bahan kerupuk ubi kayu yang dihasilkan.
2. Tingkat keamanan penggunaan.
3. Kualitas hasil pemotongan.
4. Harga yang dapat dijangkau oleh masyarakat.

C. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

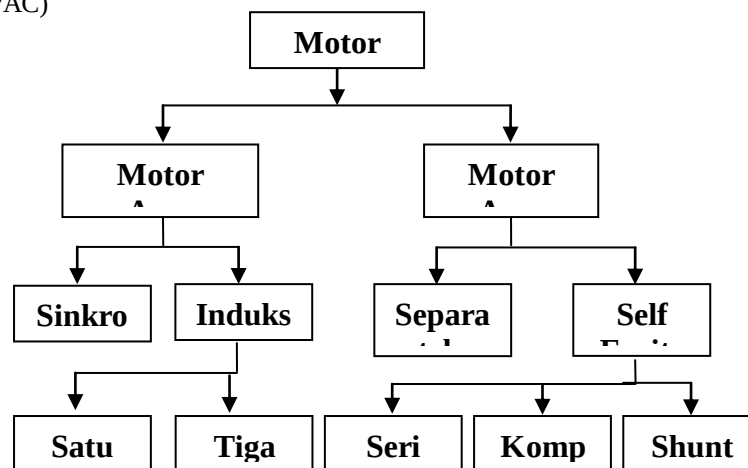
1. Motor Listrik

a. Pengertian dan mekanisme kerja motor listrik.

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya; memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan dan lain-lain. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut "kuda kerja" nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

b. Jenis motor listrik.

Jenis utama motor listrik berdasarkan sumber arus listrik yang digunakan adalah motor listrik arus searah (*Direct Current/DC*) dan motor listrik arus bolak-balik (*Alternating Current/AC*)



Gambar 1. Bagan Kategori Motor Listrik

Motor arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik, yaitu "stator" dan "rotor". Stator merupakan komponen listrik statis. Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar poros motor.

Keuntungan utama motor DC terhadap motor AC adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugian ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekwensi variabel untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industri karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).

Motor AC mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor AC bisa menjadi bagian dari pompa air, kipas angin atau disambungkan dengan beberapa bentuk peralatan mekanik lainnya seperti *blower*, *konveyor*, atau *mixer*. Motor AC ditemukan dalam berbagai aplikasi dari yang memerlukan motor tunggal sampai aplikasi yang memerlukan beberapa motor. Motor AC digunakan secara luas, di pemukiman, kawasan perdagangan, industri, maupun di bidang lain, tidak terkecuali dalam rancangan mesin pemotong ubi kayu ini agar harganya dapat terjangkau oleh masyarakat kecil sehingga manfaatnya betul-betul dapat dirasakan oleh masyarakat.

Dari segi hubungan putaran dan frekuensi/putaran *fluks* magnet stator, motor AC dibedakan atas, pertama, motor serempak (*motor sinkron*), disebut demikian karena putaran motor sama dengan putaran *fluks* magnet stator, motor tidak dapat berputar sendiri meski lilitan stator telah dihubungkan dengan tegangan luar, agar bergerak perlu penggerak permulaan, umumnya menggunakan mesin lain. Kedua, motor *asinkron* (motor tak serempak), putaran motor tidak sama dengan putaran *fluks* magnet stator, ada selisih yang disebut slip.

2. Poros

Poros adalah salah satu elemen mesin terpenting, dimana penggunaan poros antara lain adalah untuk meneruskan tenaga, poros penggerak klep, poros penghubung dan sebagainya. Beberapa definisi dari poros :

- *Shaft*, adalah poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme lainnya.
- *Axle*, adalah poros yang tetap tapi mekanismenya yang berputar pada poros tersebut, juga berfungsi sebagai pendukung.
- *Spindle*, adalah poros yang pendek, terdapat pada mesin perkakas dan mampu/sangat aman terhadap momen bening.
- *Line shaft* (disebut juga *power transmission shaft*), adalah suatu poros yang langsung berhubungan dengan mekanisme yang digerakkan dan berfungsi memindahkan daya motor penggerak ke mekanisme tersebut.
- *Flexible shaft*, adalah poros yang berfungsi memindahkan daya dari dua mekanisme dimana perputaran poros membentuk sudut dengan poros lainnya, dimana daya yang dipindahkan relatif kecil.

Sehingga poros dalam hal ini dapat dibedakan menjadi (Jac. Stolk dan C. Kros, 1981 : 166) :

- a. Poros dukung, yaitu poros yang khusus diperuntukkan mendukung elemen mesin yang berputar. Poros dukung dapat dibagi dalam poros tetap atau poros berhenti dan poros berputar. Elemen mesin yang berputar, seperti puli sabuk mesin, roda jalan dan roda gigi dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar. Pada umumnya poros dukung tetap itu pada kedua atau salah satu ujungnya ditumpu dan sering ditahan terhadap perputaran.
- b. Poros transmisi atau poros perpindahan, adalah poros yang terutama dipergunakan untuk memindahkan momen puntir, dalam hal ini mendukung elemen mesin hanya suatu cara, bukan tujuan. Poros ini berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanik salah satu elemen mesin ke elemen mesin yang lain. Dalam hal ini elemen mesin menjadi terpuntir (terputar) dan dibengkokkan. Disamping itu, bobot-diri poros, bobot elemen mesin, seperti piringan sabuk, roda gigi dan tarikan sabuk, gaya gigi dan sebagainya akan melengkung poros.

Hal-hal yang perlu diperhatikan di dalam melakukan perencanaan suatu poros antara lain :

- 1) Kekuatan poros, suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau bending ataupun kombinasi antara keduanya, kelelahan tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil atau bila poros memiliki alur pasak. Sebuah poros yang direncanakan harus cukup kuat menahan beban-beban di atas.
- 2) Kekakuan poros, meskipun poros memiliki kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirannya terlalu besar akan mengakibatkan ketidaktelitian atau getaran dan suara. Oleh karena itu, selain kekuatan, kekakuan poros harus diperhatikan dan disesuaikan dengan macam mesin yang akan dilayani poros tersebut.
- 3) Putaran kritis, adalah bila putaran suatu mesin dinaikkan maka pada putaran tertentu akan terjadi getaran yang besar, sebaiknya poros direncanakan putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritis.
- 4) Korosi, bahan-bahan tahan korosi harus dipilih untuk poros propeler dan pompa bila terjadi kontak dengan fluida yang korosif.
- 5) Bahan poros, poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja yang ditarik dingin. Poros yang dipakai untuk putaran tinggi dan beban berat umumnya terbuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang tahan terhadap keausan.

Perhitungan yang dilakukan pada perencanaan poros adalah sebagai berikut :

a. Torsi yang ditransmisikan poros.

Torsi adalah momen puntir atau kemampuan poros menahan beban puntiran. Torsi yang diterima poros dapat dihitung dari persamaan :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \quad (\text{kg.mm}) \dots\dots\dots (1)$$

dimana : T = Torsi (kg.mm)
 P_d = Daya rencana (kw)
 n_1 = Putaran (Rpm)

Untuk mengantisipasi perubahan daya maka daya rencana poros merupakan daya motor dikalikan faktor koreksi sebesar 1,5

b. Tegangan yang diijinkan poros (τ_a)

Tegangan maksimum yang diijinkan poros (Sularso, 1983) agar tidak patah adalah :

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{S_{f1} \cdot S_{f2}} \quad (\text{kg/mm}^2) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : τ_a = Tegangan yang diijinkan poros (kg/mm²).
 σ_B = Kekuatan tarik bahan (kg/mm²).
 S_{f1} = Faktor keamanan bahan karena pengaruh massa dan paduan.
 S_{f2} = Faktor keamanan karena konsentrasi tegangan akibat alur pasak ataupun untuk poros bertangga.

Bahan poros direncanakan dari Baja karbon S40C dengan kekuatan tegangan tarik (σ_B) 55 kg/mm² (Sularso, 1983). Faktor keamanan (S_{f1}) untuk bahan S-C dengan pengaruh massa dan paduan diambil 6,0. Faktor keamanan karena konsentrasi tegangan akibat alur pasak atau poros bertangga yang dinyatakan dengan (S_{f2}) besarnya 1,3 sampai 3,0 dan diambil nilai 2,0. Faktor keamanan bahan terhadap momen puntir dengan kejutan atau tumbukan besar (Kt) adalah 1,5 sampai 3,0 dan diambil nilai 1,5. Serta adanya pertimbangan beban lentur, maka poros juga harus diberikan faktor beban lentur (C_b) dengan nilai 1,2 hingga 2,3 dan diambil senilai 1,5 (Sularso, 1983).

c. Diameter poros (d_s)

Ukuran diameter poros (Sularso, 1983) dicari dari persamaan :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{\frac{1}{3}} \quad (\text{mm}) \dots\dots\dots (3)$$

3. Roda Pulley/Puli

Roda Puli memiliki fungsi :

- Memindahkan tenaga putar dari motor ke piringan pemotong.
 - Menentukan perbandingan putaran motor dengan piringan pemotong.
- Perubahan putaran yang terjadi akibat pemindahan tenaga putar menggunakan roda puli adalah:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

n = putaran *pulley* (rpm)
 d = diameter jarak bagi (mm)
 d_1 = untuk diameter *pulley* pada poros penggerak (*inch*)
 d_2 = untuk diameter *pulley* pada poros yang digerakkan (*inch*)

ukuran diameter terluar dari *pulley* (diameter kepala) adalah:

$$d_{k1} = d_1 + 2K \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

d_{k1} = diameter terluar puli (mm)
 d_1 = diameter jarak bagi puli (mm)
 K = Konstanta, untuk *V-belt* type A maka $K = 4,5$ (Sularso, 1983).

4. Belt (Sabuk)

Belt (sabuk) digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros yang satu ke poros yang lainnya melalui roda (*pulley*/puli) yang berputar dengan kecepatan sama atau berbeda. Syarat yang harus dipenuhi oleh bahan sabuk ialah kekuatan dan kelembutan agar dapat bertahan terhadap pelengkungan yang berulang kali sekeliling puli. Selanjutnya yang penting ialah koefisien gesek antara

sabuk dan puli, massa tiap satuan panjang dan ketahanan terhadap pengaruh dari luar, seperti uap lembab, kalor, debu, dan sebagainya.

Daya yang ditransmisikan ditentukan oleh:

- Kecepatan sabuk.
- Tarikan oleh sabuk pada puli.
- Sudut kontak antara sabuk dengan puli yang kecil.
- Kondisi pemakaian.

Agar transmisi daya berlangsung sempurna, maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Poros harus lurus agar tarikan pada *belt uniform*.
- Jarak poros tidak terlalu dekat agar sudut kontak pada roda *pulley* yang kecil dapat diperoleh sudut kontak yang sebesar mungkin.
- Jarak poros jangan terlalu jauh agar *belt* tidak terlalu berat.
- Belt* yang terlalu panjang akan bergoyang, dan bagian pinggir sabuk cepat rusak.
- Tarikan yang kuat supaya bagian bawah, dan sabuk yang kendur di atas agar sudut kontak bertambah besar.
- Jarak antar poros maksimum 10 m, dan jarak minimum adalah 3,5 kali diameter roda yang besar.

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan untuk transmisi langsung.

Dalam hal demikian, cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat diterapkan, di mana sebuah sabuk luwes dibelitkan sekeliling puli pada poros.

Transmisi dengan sabuk dibedakan antara sabuk rata, sabuk-V dan sabuk-gigi. Sabuk rata berjalan pada puli silinderik sedangkan sabuk-V berjalan pada puli dengan alur berbentuk V. Sabuk gigi pada sisi dalamnya diperlengkapi dengan gigi dan berjalan pada puli bergigi sehingga sabuk-gigi akan dapat memindahkan gerakan yang dipaksakan tanpa slip seperti halnya rantai. Sebagian besar transmisi sabuk menggunakan sabuk-V karena mudah penanganannya dan harganya pun murah.

Sabuk-V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan tetoron atau semacamnya dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk-V dibelitkan di keliling alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah.

Koefisien gesek sabuk ditentukan oleh:

- Bahan sabuk
- Bahan pulley
- Kecepatan sabuk
- Faktor slip
- Lengan penggerak (tuas)

Lengan penggerak (tuas) adalah suatu konstruksi yang digunakan sebagai tempat untuk meletakkan pisau pemotong.

Ada beberapa macam konfigurasi transmisi belt. Pada penelitian ini hanya digunakan *open belt drive* yang diperuntukkan untuk poros sejajar dan berputar dalam arah yang sama.

Sabuk yang digunakan adalah sabuk V (*V-Belt*) tipe A dengan $K = 4,5$ (Sularso, 1983). Bila jarak poros adalah sama dengan C , maka panjang belt (L) yang dibutuhkan adalah:

$$L = \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + 2C + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4C} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

- L = panjang (keliling) sabuk (mm)
- d_1 = diameter puli penggerak (mm)
- d_2 = diameter puli yang digerakkan (mm)
- C = jarak poros penggerak dan yang digerakkan (mm)

5. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan digunakan untuk menopang sekaligus membuat poros dapat berputar dengan lancar tanpa banyak mengalami gesekan. Berdasarkan sistem gerak dan besar kecilnya gesekan, bantalan dapat dibedakan menjadi:

- Bantalan Luncur (*Sliding contact bearing*)
- Bantalan gelinding (*Rolling contact bearing / anti friction bearing*). Bantalan gelinding terdiri dari bantalan peluru dan bantalan rol.

Ditinjau dari keadaan beban, bantalan dapat dibedakan menjadi:

- Bantalan Radial (bantalan dengan beban radial)

- b) Bantalan Aksial (bantalan dengan beban aksial)
- c) Bantalan Aksial-Radial (bantalan dengan beban campuran)

Jenis bantalan yang direncanakan dipilih dalam perancangan ini adalah jenis bantalan gelinding (*Rolling Contact Bearing*) yang mampu menahan gaya aksial dan radial. Daya tahan bantalan (Rohyana, 1994) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \dots\dots\dots (7)$$

Atau

$$L = \frac{60.L_h.n}{1000000} \dots\dots\dots (8)$$

dengan :

- L = umur bantalan (jam)
- C = konstanta kapasitas menumpu beban
- P = beban tumpuan (kg)
- L_h = umur dalam jam kerja efektif
- n = putaran bantalan per menit

D. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan alat pemotong kerupuk ubi kayu dilakukan melalui perancangan beberapa komponen mesin pemotong kerupuk ubi kayu, seperti pemilihan motor penggerak, perancangan poros, pemilihan *pulley*, pemilihan bantalan dan perancangan peralatan pendukung lainnya. Setelah perancangan selesai dilakukan, dilanjutkan proses pembuatan dan perakitan alat atau mesin pemotong kerupuk ubi kayu. Setelah alat selesai dirakit, dilakukan pengujian kinerja untuk memotong bahan kerupuk ubi kayu dengan merubah-ubah putaran poros piringan pemotong hingga diperoleh hasil pemotongan yang paling banyak tanpa banyak kerusakan hasil potongan.

1. Pemilihan Motor Penggerak

Mesin pemotong kerupuk ubi kayu bekerja dengan cara melakukan gerak putar pada piringan yang dipasang pisau pemotong. Bahan baku kerupuk ubi kayu yang dipasang pada selongsong yang ditempatkan diatas piringan dan bahan baku kerupuk ubi kayu akan terus bergerak turun menempel pada piringan akibat gaya gravitasi yang akan dipotong oleh pisau yang dipasang pada piringan yang diputar oleh motor penggerak.

Karena beban piringan pemotong bahan kerupuk ubi kayu cukup ringan, maka motor penggerak direncanakan menggunakan jenis motor listrik AC 1 (satu) phase dengan daya 0,25 HP. Pemilihan jenis motor ini adalah karena murah, mudah didapat, konsumsi arus listrik kecil dan diperkirakan sudah kuat melakukan tugasnya memutar piringan pemotong. Pada *name plate* diketahui bahwa motor ini menghasilkan putaran 1500 rpm namun dalam pengujian tanpa beban diketahui motor bekerja pada putaran 1490 rpm.

2. Perancangan Poros

Poros pada mesin pemotong kerupuk ubi kayu ini hanya menahan beban puntir saja. Bahan poros direncanakan menggunakan Baja Karbon S40C dengan kekuatan tegangan tarik (σ_B) 55 kg/mm² (Sularso, 1983).

a. Torsi yang ditransmisikan poros

Torsi yang diterima poros dari motor penggerak dengan daya 0,5 HP dan faktor koreksi untuk perubahan daya diambil 1,5 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Daya motor (Pd)} &= 0,5 \times 1,5 = 0,75 \text{ HP} \\ &= 0,75 \times 0,746 = 0,5595 \text{ kw} \end{aligned}$$

Maka besarnya torsi yang dipindahkan ke poros berdasarkan persamaan (1) adalah:

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1} \\ T &= 9,74 \times 10^5 \frac{0,5595}{1200} = 454,1275 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

b. Tegangan yang diijinkan poros (τ_a)

Dari persamaan (2) maka besarnya tegangan poros adalah :

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

$$\tau_a = \frac{55}{6 \times 2} = 4,5833 \text{ kg/mm}^2$$

c. Diameter poros (ds)

Ukuran diameter poros dicari dari persamaan (3) dan diperoleh hasil :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1 \times 1,5 \times 1,5 \times 454,1275}{4,5833} \right]^{1/3} = 10,1952 \text{ mm}$$

Diambil diameter poros = 25 mm, agar mudah disesuaikan dengan pemilihan bantalan. Poros dibuat bertangga dengan diameter poros untuk dudukan piringan 20 mm. Panjang poros dibuat 45 cm.

3. Perancangan Pulley Dan Belt

Pada pemasangan awal direncanakan menggunakan *Pulley* dengan diameter 2 inch pada motor listrik dan 8 inch poros piringan.

a. Perbandingan putaran

Perbandingan putaran yang diterima poros piringan berdasarkan persamaan (4) adalah:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\frac{n_2}{1200} = \frac{2}{8}$$

$$n_2 = 300 \text{ Rpm}$$

Pada penelitian akan dilakukan penggantian *pulley* untuk mengetahui pengaruh putaran terhadap hasil pemotongan, hingga diperoleh kecepatan pemotongan yang efisien dengan kualitas pemotongan baik.

b. Diameter luar pulley

Ukuran puli pada bagian terluar berdasarkan persamaan (5) adalah:

$$\begin{aligned} d_{k1} &= d_1 + 2K \\ &= 50,8 + 2(4,5) = 59,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{k2} &= d_2 + 2K \\ &= 203,2 + 2(4,5) = 212,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Panjang belt

Jarak poros direncanakan 250 mm, maka ukuran belt yang dibutuhkan berdasarkan persamaan (6) adalah:

$$L = \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + 2C + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4C}$$

$$L = \frac{\pi}{2} (203,2 + 59,8) + 2(250) + \frac{(203,2 - 59,8)^2}{4(250)} = 922,0055 \text{ mm}$$

Dipilih sabuk V dengan panjang (keliling) = 925 mm

4. Pemilihan Bantalan

Dimensi diameter dalam bantalan disesuaikan dengan diameter poros, maka dipilih bantalan gelinding dengan kode 6205 yang mempunyai diameter dalam sebesar 25 mm (Solih Rohyana, 1994). Dimensi lain dari bantalan ini adalah:

$$\begin{aligned} \text{Diameter Lubang (d)} &= 25 \text{ mm} \\ \text{Diameter Luar (D)} &= 52 \text{ mm} \\ \text{Lebar bantalan (B)} &= 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jenis alur dalam (C) = 1040 mm

a. Perhitungan umur bantalan

Untuk penggunaan *pulley* 8 inch pada poros dan *pulley* 2 inch pada motor penggerak, bantalan berputar 300 Rpm. Mesin diperkirakan beroperasi 7 jam sehari, sehingga umur mesin (L_h) diambil 12000 jam efektif. (Solih Rohyana, 1994). Berdasarkan persamaan (8) maka :

$$L = \frac{60 \cdot L_h \cdot n}{1000000}$$

$$L = \frac{60 \times 12000 \times 300}{1000000} = 216 \text{ jam}$$

b. Beban bantalan

Beban yang diterima bantalan berdasarkan persamaan (7) adalah:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \text{ sehingga } P = \frac{C}{L^{1/3}}$$

$$P = \frac{1040}{(216)^{1/3}} = 173,33 \text{ kg}$$

Beban ini dapat berupa gaya-gaya yang bekerja pada bantalan yaitu gaya aksial yang arahnya sejajar atau berimpit dengan garis sumbu poros, maupun gaya radial yang arahnya tegak lurus dengan garis sumbu poros.

5. Pembuatan Alat

a. Pembuatan kerangka

Kerangka berfungsi untuk menempatkan seluruh komponen mesin pemotong bahan kerupuk ubi kayu. Kerangka dibuat dari besi siku 40x40x4 yang disambung dengan las. Kerangka dibuat dengan ukuran dimensi panjang 65 cm, lebar 50 cm dan tinggi 50 cm. Pada kerangka dipasang lubang yang terbuat dari besi pipa dengan diameter 7 cm untuk masuknya bahan kerupuk ubi kayu sebelum dipotong oleh pisau yang dipasang pada piringan, sehingga proses pemotongan berlangsung dengan aman. Pada sisi-sisi samping kerangka dipasang plat untuk memperkuat kerangka sekaligus untuk keamanan penggunaan mesin.

b. Pembuatan poros

Poros dibuat dari pipa baja karbon pejal yang dikecilkan diameternya melalui proses pembubutan (*Turning process*). Pipa baja karbon pejal dibubut bertingkat dengan ukuran diameter 20 mm untuk penempatan *pulley* dan 25 mm untuk ukuran poros dan *bearing*. Pada bagian atas poros dipasang sebuah flens yang dipasang pada poros untuk mengikat/memasang piringan.

c. Pembuatan piringan

Piringan dibuat dari alumunium cor yang dihaluskan menjadi bentuk lingkaran dengan proses pembubutan. Ukuran diameter piringan pemotong adalah 35 cm dengan tebal 10 mm. Pada piringan dipasang pisau-pisau pemotong. Pisau pemotong ikut berputar bersama piringan dan memotong bahan kerupuk ubi kayu yang ditempatkan diatas piringan.

d. Perakitan

Komponen-komponen mesin pemotong bahan kerupuk ubi kayu dipasang pada kerangka dengan menggunakan ikatan baut. Penempatan posisi poros pada piringan harus benar-benar sejajar dengan poros motor listrik untuk menghindari banyaknya slip yang membebani kerja dari motor penggerak. Hasil pemotongan disalurkan ke penampungan melalui plat *stainless steel*. Setelah perakitan selesai, maka alat siap untuk diuji coba dalam kegiatan pemotongan bahan kerupuk ubi kayu. Putaran piringan pemotong dapat divariasikan dengan cara mengganti-ganti *pulley*.

E. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengujian rancangan mesin pemotong bahan kerupuk ubi kayu

Ukuran bahan kerupuk ubi kayu yang di uji adalah berbentuk silinder dengan panjang 35 cm dan diameter ± 4 cm. Hasil yang diperoleh dari pengujian mesin pemotong bahan kerupuk ubi kayu hasil rancangan adalah sebagai berikut:

Pengujian ke-	Ukuran Pulley (Inchi)		Putaran Poros (Rpm)		Waktu Potong (Detik)	Hasil Pemotongan				
	Driver	Driven	Driver	Driven		Baik	% Baik	Rusak	% Rusak	Total
1	4 inchi	8 inchi	1490	720	55	360	66,67	180	33,33	540
2	4 inchi	8 inchi	1490	720	56	356	65,93	184	34,07	540
3	4 inchi	8 inchi	1490	720	52	362	66,79	180	33,21	542
Rata-Rata	4 inchi	8 inchi	1490	720	54,33	359	66,46	181	33,54	541

Tabel 1. Data Pengujian Pemotongan 1 Lubang Dengan Pulley 4 Inchi

Untuk penggunaan pulley motor penggerak 6 inch diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

Pengujian ke-	Ukuran Pulley (Inchi)		Putaran Poros (Rpm)		Waktu Potong (Detik)	Hasil Pemotongan				
	Driver	Driven	Driver	Driven		Baik	% Baik	Rusak	% Rusak	Total
1	6 inchi	8 inchi	1490	1040	50	432	70,59	180	29,41	612
2	6 inchi	8 inchi	1490	1040	48	430	70,96	176	29,04	606
3	6 inchi	8 inchi	1490	1040	48	436	71,95	170	28,05	606
Rata-Rata	6 inchi	8 inchi	1490	1040	48,67	433	71,16	175	28,84	608

Tabel 2. Data Pengujian Pemotongan 1 Lubang Dengan Pulley 6 Inchi

Untuk penggunaan pulley motor penggerak 8 inch diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

Pengujian ke-	Ukuran Pulley (Inchi)		Putaran Poros (Rpm)		Waktu Potong (Detik)	Hasil Pemotongan				
	Driver	Driven	Driver	Driven		Baik	% Baik	Rusak	% Rusak	Total
1	8 inchi	8 inchi	1490	1410	35	624	75,36	204	24,64	828
2	8 inchi	8 inchi	1490	1410	35	638	73,50	230	26,50	868
3	8 inchi	8 inchi	1490	1410	37	672	75,68	216	24,32	888
Rata-Rata	8 inchi	8 inchi	1490	1410	35,67	645	74,85	217	25,15	861

Tabel 3. Data Pengujian Pemotongan 1 Lubang Dengan Pulley 8 Inchi

Disamping pengujian dengan 1 lubang pemotongan, juga dilakukan pengujian dengan 2 lubang pemotongan. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Pengujian ke-	Ukuran Pulley (Inchi)		Putaran Poros (Rpm)		Waktu Potong (Detik)	Hasil Pemotongan				
	Driver	Driven	Driver	Driven		Baik	% Baik	Rusak	% Rusak	Total
1	6 inchi	8 inchi	1490	1040	53	420	55,19	341	44,81	761
2	6 inchi	8 inchi	1490	1040	57	434	55,22	352	44,78	786
3	6 inchi	8 inchi	1490	1040	57	431	55,76	342	44,24	773
Rata-Rata	6 inchi	8 inchi	1490	1040	55,67	428	55,39	345	44,61	773

Tabel 4. Data Pengujian Pemotongan 2 Lubang Dengan Pulley 6 Inchi

Untuk penggunaan *pulley* 8 inch diperoleh hasil sebagai berikut :

Pengujian ke-	Ukuran Pulley (Inchi)		Putaran Poros (Rpm)		Waktu Potong (Detik)	Hasil Pemotongan				
	Driver	Driven	Driver	Driven		Baik	% Baik	Rusak	% Rusak	Total
1	8 inchi	8 inchi	1490	1410	45	856	60,32	563	39,68	1419
2	8 inchi	8 inchi	1490	1410	45	848	60,79	547	39,21	1395
3	8 inchi	8 inchi	1490	1410	47	866	60,81	558	39,19	1424
Rata-Rata	8 inchi	8 inchi	1490	1410	45,67	857	60,64	556	39,36	1413

Tabel 5. Data Pengujian Pemotongan 2 Lubang Dengan Pulley 8 Inchi

2. Data pemotongan dengan alat sederhana di Kalimantan Selatan

Data yang diperoleh dari hasil pemotongan satu batang kerupuk ubi kayu yang dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong yang biasa digunakan di daerah Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan adalah sebagai berikut :

No	Ukuran Pulley (Inchi)		Waktu Pemotongan (Menit)	Hasil Pemotongan				
	Driver	Driven		Baik	% Baik	Rusak	% Rusak	Total
1	2 inchi	17 inchi	2,16	463	84,18	87	15,82	550
2	2 inchi	17 inchi	2,08	474	87,29	69	12,71	543
3	2 inchi	17 inchi	2	446	81,99	98	18,01	544
Rata-rata			2	461	84,48	85	15,52	546

Tabel 6. Data Pengujian Pemotongan Dengan Mesin Sederhana

Dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa semakin besar ukuran puli yang digunakan pada poros penggerak berdampak pada kecepatan pemotongan yang semakin cepat, karena transmisi putaran yang dilakukan dengan menggunakan puli penggerak yang semakin besar akan memperbesar pula putaran poros yang digerakkan akibat dari penggunaan puli yang tetap pada poros yang digerakkan (driven). Pengaruh kecepatan pemotongan terhadap hasil pemotongan adalah bahwa pada kecepatan potong yang rendah berakibat pada banyaknya hasil pemotongan yang rusak. Pada percobaan yang dilakukan juga diketahui bahwa hasil paling baik dilakukan pada penggunaan puli ukuran 8 inch pada putaran penggerak sehingga diperoleh perbandingan putaran mendekati 1 dibanding 1. Sedangkan pada penggunaan puli 4 inch banyak menghasilkan potongan yang rusak.

Jumlah pemotongan dan kualitas pemotongan memungkinkan untuk lebih baik dengan melakukan penambahan dan perubahan posisi tabung/selongsong alur pemotongan yang simetris. Hasil temuan pada saat pengujian adalah pada pemotongan 3 batang sekaligus menghasilkan putaran yang sangat rendah, hal ini diperkirakan karena posisi batang selongsong tidak simetris sehingga beban putaran tidak seimbang.

Dari hasil pengujian dengan menggunakan ukuran puli yang sama pada poros penggerak dan yang digerakkan ternyata tidak menghasilkan putaran yang sama. Hal tersebut terjadi karena adanya faktor slip antara sabuk dengan puli yang dapat diakibatkan karena pemasangan yang tidak sejajar serta faktor ketegangan tali sabuk yang terlalu kencang atau terlalu kendur, dimana posisi poros penggerak ataupun poros yang digerakkan tidak memungkinkan untuk digeser. Kegiatan yang bisa dilakukan adalah dengan cara mengganti sabuk (*V-belt*).

Peralatan pemotong kerupuk ubi kayu hasil rancangan ini tidak banyak memerlukan perawatan. Perawatan yang dilakukan adalah hanya memberikan pelumas pada bagian bearing (bantalan) saja. Perawatan lain adalah melakukan pengasahan pisau pemotong dengan terlebih dahulu melepas baut pengikatnya. Sedangkan perawatan motor penggerak hanya dilakukan dengan cara mengganti sikat apabila sikat (*brush*) habis.

Dari hasil pengamatan terhadap proses pemotongan bahan kerupuk ubi kayu yang dilakukan di daerah Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan diketahui bahwa untuk menyelesaikan pemotongan 1 batang bahan kerupuk dengan ukuran yang kurang lebih sama, diperlukan waktu sekitar 2 menit. Sementara dengan menggunakan alat yang didesain mampu memotong dalam waktu 35 sampai dengan 45 detik untuk satu batang dan 45 sampai dengan 47 detik untuk 2 batangnya, sehingga alat hasil rancangan ini mampu mempunyai efisiensi waktu yang lebih baik.

F. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut :

1. Alat atau mesin pemotong bahan kerupuk ubi kayu hasil rancangan pada penelitian ini mampu menghasilkan pemotongan paling banyak pada pemotongan dengan menggunakan ukuran puli penggerak 8 inch.
2. Jumlah pemotongan masih memungkinkan untuk ditingkatkan lagi dengan penambahan jumlah pisau pemotong dan lubang pemasukan bahan kerupuk. Penambahan dan pemasangan pisau maupun lubang pemasukan bahan kerupuk sebaiknya dipasang simetris untuk memperkecil momen pemotongan.
3. Alat atau mesin pemotong bahan kerupuk ubi kayu hasil rancangan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai media untuk meningkatkan sektor usaha kecil dan menengah maupun usaha rumah tangga melalui pembuatan kerupuk dari ubi kayu, sehingga mampu meningkatkan nilai ekonomis dari ubi kayu sekaligus mampu meningkatkan pendapatan keluarga.
4. Alat atau mesin pemotong bahan kerupuk ubi kayu hasil rancangan pada penelitian ini mempunyai beberapa kelebihan diantaranya adalah:
 - a. Mampu menghasilkan kecepatan pemotongan yang tinggi.
 - b. Hasil pemotongan lebih bersih.
 - c. Mempunyai keamanan yang lebih baik bagi pengguna (operator)

DAFTAR PUSTAKA

- _____. *Cassava* dalam <http://www.en.wikipedia.org>, download tgl. 22 April 2008
- _____. *Ubi Kayu* dalam <http://www.iptek.net.id>, download tgl. 4 Mei 2008
- _____. *Pohon Industri Ubi Kayu* dalam <http://www.pohonindustriubikayu.htm>, download tgl. 28 Agustus 2008
- _____. *Elemen Mesin* dalam <http://www.its.ac.id>, download tgl. 28 Agustus 2008
- _____. *Motor Listrik* dalam <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu.html>, download tgl. 2 Oktober 2008
- Apriyantono, Anton, 2009, *Indonesia Untuk Ketahanan Pangan Dunia* (Handout), Yogyakarta : Seminar Nasional Himpunan Mahasiswa Pascasarjana (HMP) UGM
- Anom, 1988, *Usaha Tani Ubi Kayu*, Departemen Pertanian.
- Daryanto, 1988, *Pengetahuan Dasar Teknik*, Cet. I, Jakarta : Bina Aksara
- Departemen Pertanian, 2005, *Peluang Ekspor Pasar Ubi Kayu Indonesia*, <http://www.agribisnis.deptan.go.id>, download tgl. 9 Mei 2008.
- Gieck, K., 1992, *A Collection of Technical Formulae*, cet. II, N. West Germany : Gieck Verlag, Heillbronn.
- Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 2001, *Keripik Sanjai Ubi Kayu*, <http://www.ristek.go.id>, download tgl. 9 Mei 2008.
- Rohyana, S., 1994, *Bagian-Bagian Mesin Jilid 1*, Bandung : Armico.
- Rukmana, Rahmat, 1997, *Ubi Kayu, Budidaya dan Pasca Panen*, Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Rukmana, Rahmat dan Yuniarsih, Yuyun, 2001, *Aneka Olahan Ubi Kayu*, Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Salman, 2008, *Efektifitas, Efisiensi dan Produktifitas*, <http://www.salmanbasictraining.com>, download tgl. 22 April 2008.
- Sularso, Suga. K, 1983, *Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Edisi ke-3 cetakan I, Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Tohar, M, 2000, *Membuka Usaha Kecil*, Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Turner, Wayne C., 1993, *Introduction To Industrial and Systems Engineering*, 3th edition, New Jersey : Prentice-Hall, Inc.