

Perancangan Alat Perajang Umbi Porang dengan Pendorong Pneumatik dan Kontrol PLC

M. Taofiq Nurhibitullah¹, Haryadi²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : nurhibitulah@gmail.com

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : haryadi@polban.ac.id

ABSTRAK

Porang merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang hanya dapat tumbuh di daerah tropis termasuk Indonesia, hal itu menjadikan peluang untuk pasar domestik dan nondomestik penanaman maupun pengolahan porang itu sendiri. Selain karena hanya dapat tumbuh di daerah tropis porang juga memiliki kandungan nutrisi yang baik diantaranya glukomanan tinggi dan rendah kalori yang menjadikan porang memiliki nilai jual tinggi. Proses utama pengolahan porang setelah dipanen yaitu : pencucian, perajangan, pengeringan, dan penggilingan. Dalam jurnal ini akan dibahas mengenai proses perancangan alat perajang umbi porang yang ergonomis dengan memperhatikan keamanan dan otomatis alat. Penggerak utama alat perajang ini menggunakan motor 0,5 Hp dengan permintaan kapasitas perajangan 300-400 kg/jam dengan input maksimal umbi porang diameter 25 cm.

Kata Kunci

Porang, Perajang, Ergonomis, Keamanan, Otomatis

1. PENDAHULUAN

Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus prain*) atau iles-iles merupakan satu dari sekian banyak jenis umbi yang tumbuh dinegara tropis termasuk indonesia. Umbi porang memiliki kandungan serat, vitamin, mineral, protein, karbohidrat dan glukomanan yang tinggi sehingga digunakan dalam bahan baku industri makanan dan kosmetik. Pasar umbi porang ini luas karena mencakup dalam dan luar negeri[1].

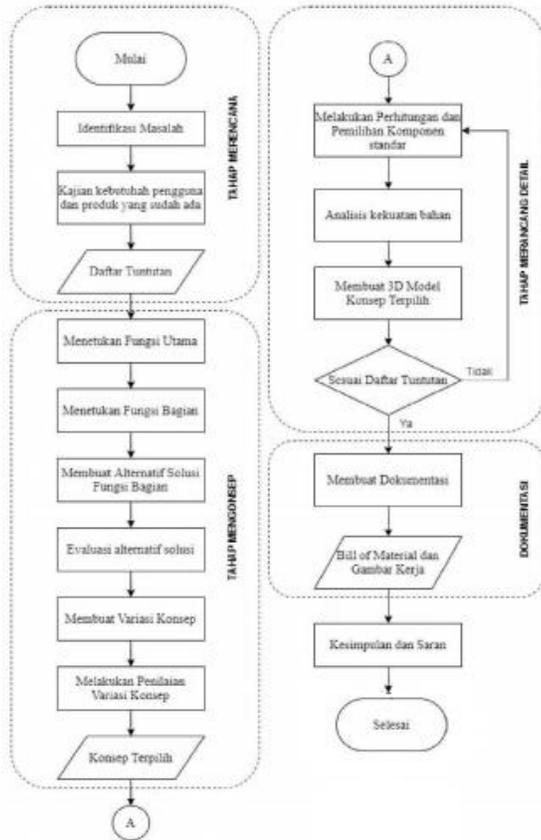
Cara mendapatkan tepung porang yang kaya akan glukomanan dilakukan beberapa proses pasca panen. Proses itu diantaranya : Pencucian, perajangan, pengeringan, penggilingan, dan ekstraksi[2].

Perbandingan hasil perajangan umbi porang secara manual dan menggunakan mesin. Kualitas pengirisan secara manual : Ketebalan tidak merata, tingkat kekeringan tidak sama, mudah berjamur dikarenakan tingkat kekeringan tidak merata, apabila terlalu tipis dalam pengirisan maka hasilnya chips porang akan remuk ketika sudah kering, tenaga yang diperlukan dalam proses pengirisan lebih banyak, dan hasil irisan yang diperoleh lebih sedikit. Kualitas pengirisan dengan menggunakan mesin perajang : Ketebalan merata, tingkat kekeringan sama, tidak berjamur dikarenakan pengeringan merata, hasil chips tidak mudah remuk, tenaga yang digunakan lebih sedikit, hasil perajangan lebih banyak[3].

Proses penekanan menggunakan pneumatic dengan kontrol PLC karena produk yang beredar dipasaran masih menggunakan tangan dalam proses penekanan dan itu dapat membahayakan *user*. Kelebihan penggunaan PLC diantaranya : mudah dibongkar pasang, mudah diperbaiki, mudah dilakukan pengecekan, Memiliki banyak kontak *relay*, harga murah, dan bisa melakukan *test* menggunakan program[4]. Berdasarkan beberapa permasalahan tersebut maka penulis merancang alat perajang umbi porang yang memenuhi daftar tuntutan yang ditentukan.

2. METODOLOGI

Proses penyelesaian masalah perancangan alat perajang umbi porang menggunakan metode yang dikemukakan oleh Pahl dan Beitz. Tahapan penyelesaian dapat digambarkan dalam diagram alur berikut ini [5].



Gambar 1. Tahapan perancangan

2.1 Tahap Merencana

Hasil akhir tahapan ini merupakan daftar tuntutan yang didapatkan dengan cara : Mendeskripsikan fungsi utama alat, Mendeskripsikan cara pengoperasian alat, Mengkaji kebutuhan user, Mengkaji produk sejenis, dan mengkaji dampak lingkungan alat yang hendak dirancang.

2.2 Tahap Mengonsep

Hasil akhir tahapan ini merupakan konsep terpilih yang digunakan untuk memenuhi daftar rancangan. Berikut merupakan cara yang dilakukan untuk mendapatkan konsep terpilih : Mendeskripsikan fungsi utama, mendeskripsikan fungsi bagian, morfologi, variasi konsep, dan penilaian.

2.3 Tahap Merancang detail

Hasil akhir tahapan ini merupakan bill of material berupa daftar komponen beserta keterangan komponen tersebut. Cara yang dilakukan untuk mendapatkan bill of material diantaranya : menjelaskan sistematika perhitungan, perhitungan dan pemilihan komponen standar, pemilihan komponen non standar, simulasi CAE, menjelaskan fungsi kontrol, dan analisa lainnya.

2.4 Tahap Dokumentasi

Setiap tahapan perancangan didokumentasikan secara sistematis dalam sebuah daftar *bill of material*, gambar kerja, dan *digital mockup*.

3. HASIL

Hasil setiap tahapan ditunjukkan dalam tahap merencana, tahap mengonsep, tahap merancang detail, dan dokumentasi. Berikut merupakan hasil dari setiap tahapan tersebut.

3.1 Daftar tuntutan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan maka daftar tuntutan yang didapatkan adalah :

1. Menggunakan tenaga listrik
2. Kapasitas perajangan 300-400 kg/jam
3. Input maksimal diameter 25 cm
4. Fitur otomatis
5. Material *food grade*
6. Ketebalan perajang dapat diatur
7. Harga berkisar Rp 5.000.000

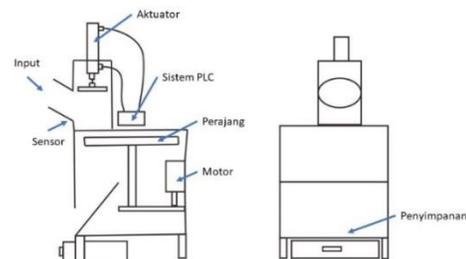
Selain daftar tuntutan keinginan dan kebutuhan user disajikan dalam gambar customer windows berikut.



Gambar 2. Customer windows

3.2 Konsep terpilih

Setelah melalui beberapa tahapan didapatkan variasi konsep terpilih sebagai berikut.



Gambar 3. Variasi konsep terpilih

Pertama hidupkan mesin dan motor dalam keadaan On, Umbi porang dimasukan kedalam alat melalui corong kemudian sensor akan mendeteksi dan umbi akan didorong oleh aktuator sehingga umbi terdorong mengenai pisau, kemudian kembali ke posisi semula untuk proses pemotongan selanjutnya.

3.3 Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen dilakukan dengan menggunakan perhitungan rumus untuk menentukan dimensi, material atau spesifikasi dari komponen yang digunakan. Spesifikasi motor yang digunakan menggunakan motor dengan daya 0,5 Hp menggunakan rumus berikut[6].

$$P = \frac{T \times 2 \pi \times n}{60} \quad (1)$$

Keterangan :

P = Daya motor (Watt)

T = Torsi (N.m)

n = putaran (Rpm)

Komponen kedua yang di hitung yaitu sabuk v dengan spesifikasi Tipe A No.40 dengan Panjang 1016 mm dengan menggunakan rumus berikut.

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

Keterangan :

dP = diameter pulley kecil (mm)

Dp = diameter pulley besar (mm)

L = panjang sabuk (mm)

C = jarak antar pusat (mm)

Perhitungan selanjutnya menentukan diameter pulley yang digunakan yaitu 95 mm dan 218,5 mm ditentukan menggunakan rumus berikut.

$$b = 2.L - \pi (Dp-dp) \quad (3)$$

Keterangan :

B = lebar pulley (mm)

L = Panjang sabuk (mm)

Dp = diameter pulley besar (mm)

dp = diameter pulley kecil (mm)

Komponen selanjutnya yang ditentukan yaitu poros dengan diameter 25 mm panjang 600 mm ditentukan dalam rumus berikut.

$$ds \geq \left[\frac{5.1}{\tau a} \cdot \sqrt{(Km.M)^2 + (Kr.T)^2} \right]^{1.3} \quad (4)$$

Keterangan :

ds = diameter minimal (mm)

τa = tegangan geser ijin (mpa)

T = torsi (Kg.mm)

M = Momen max (N.mm)

Komponen selanjutnya yaitu pasak dengan material SNC22 dengan ukuran 7 x 7 x 20 mm dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$L \geq \frac{2 \times T}{d \times b \times \tau a} \quad (5)$$

$$L \geq \frac{2 \times T}{d \times (t1 \text{ or } t2) \times h} \quad (6)$$

Keterangan :

L = Panjang pasak (mm)

T = Torsi (kg.mm)

τa = tegangan geser ijin (mpa)

b,h,t = konstanta

Komponen selanjutnya yaitu profil rangka, komponen menggunakan ukuran profil 30 x 30 mm dengan tebal 1 mm dengan material ST37 dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\sigma = \frac{M \max. (\frac{b}{2})}{I} \quad (7)$$

Keterangan :

σ = Tegangan (N/mm²)

M max = Momen max (N.mm)

b = lebar (mm)

I = Inersia (mm⁴)

Perhitungan selanjutnya menentukan sambungan, sambungan yang digunakan pada rangka menggunakan pengelasan dengan tebal kampuh 1 mm dengan *type electrode* E60XX dengan jenis pengelasan *butt joint* berikut merupakan rumus yang digunakan.

$$h \geq \frac{q \text{ eq}}{q a} \quad (8)$$

Ketengan :

h = tebal kampuh (mm)

q eq = gaya geser eivalen (Kn/cm)

q a = konstanta

Sistem pendorong menggunakan Double acting silinder dengan spesifikasi diameter dalam 20 mm dengan Panjang stroke 300 mm ditentukan dengan rumus berikut[7].

$$d^2 = (F+R)/(p \times 7,86) \quad (9)$$

Keterangan :

d = diameter (mm)

F = Gaya penekanan (N)

R = Gaya gesek (N)

P = Tekanan yang bekerja (N/mm²)

Spesifikasi minimal kompresor yaitu berdebit 1,8 liter per menit dengan daya minimal 0,15 Kw ditentukan menggunakan rumus berikut.

$$Qs = (\pi/4)(ds)^2 (v) \quad (10)$$

$$Ns = Qs \eta_{tot} \quad (11)$$

Keterangan :

Qs = debit (liter/menit)

Ds = diameter dac (mm)

N_s = Daya kompresor (Kw)
 η_{tot} = efisiensi kompresor (%)

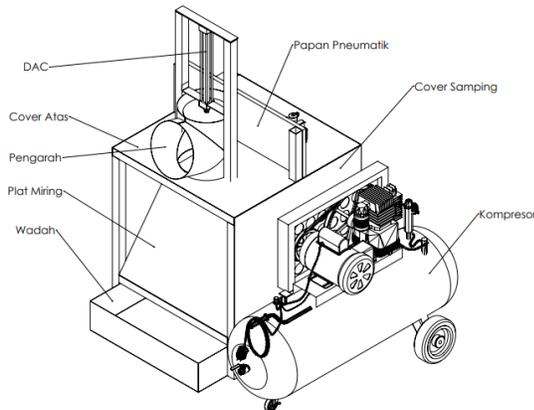
Komponen standar dan nonstandar yang telah ditentukan ditampilkan dalam gambar berikut beserta keterangan mengenai no, nama komponen, jumlah, dan keterangan.

| No | Nama Komponen | Jumlah | Material | Keterangan |
|----|------------------------|--------|----------|--------------------|
| 1 | Frame | 1 | ST37 | 30 x 30 x 1 |
| 2 | Motor | 1 | Standar | 0,5 Hp |
| 3 | Piringan | 1 | Besi Cor | D600 x 60 Besi Cor |
| 4 | Pisau | 4 | SS304 | 250 x 90 x 1 SS304 |
| 5 | Poros | 1 | SNC22 | D25 600 SNC22 |
| 6 | Pulley Besar | 2 | Standar | D95 x 35 |
| 7 | Pulley Kecil | 2 | Standar | D218,5 x 35 |
| 8 | Bearing dan Housing | 2 | Standar | Tipe 6005 |
| 9 | Pengarah | 1 | SS304 | SS304 |
| 10 | Sabuk V | 2 | Standar | Tipe A No.40 |
| 11 | Plat Miring | 1 | SS304 | SS304 |
| 12 | Cover Samping | 1 | ST37 | ST37 |
| 13 | Wadah | 1 | SS304 | SS304 |
| 14 | Baut M6 | 20 | Standar | Standar |
| 15 | Baut M8 | 4 | Standar | Standar |
| 16 | Baut M12 | 4 | Standar | Standar |
| 17 | Kompresor | 1 | Standar | Standar |
| 18 | Air service unit | 1 | Standar | Standar |
| 19 | Solenoid valve 5/2 | 1 | Standar | Standar |
| 20 | Flow Control | 1 | Standar | Standar |
| 21 | Pressure gauge | 1 | Standar | Standar |
| 22 | DAC | 1 | Standar | D20 300 Stroke |
| 23 | Sensor Proximity | 3 | Standar | Standar |
| 24 | PLC | 1 | Standar | Standar |
| 25 | Panel dan Power Supply | 1 | Standar | Standar |
| 26 | Papan pneumatik | 1 | Standar | Standar |

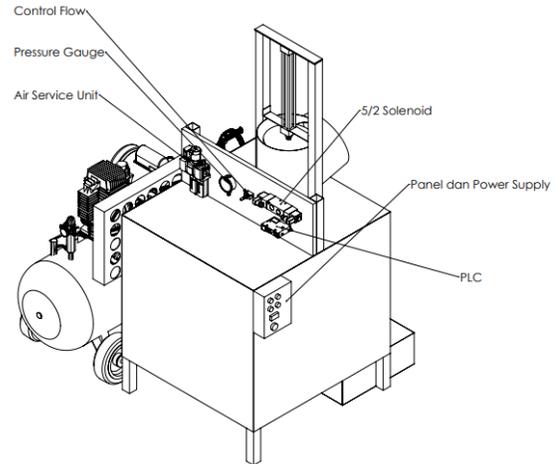
Gambar 4. Bill of Material

3.4 Pemodelan Alat

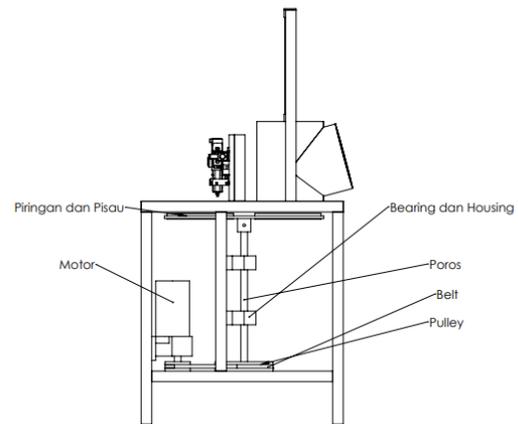
Berikut merupakan 3D alat sesuai dengan proses perancangan dan memenuhi daftar tuntutan.



Gambar 5. Gambar drafting isometrik 1



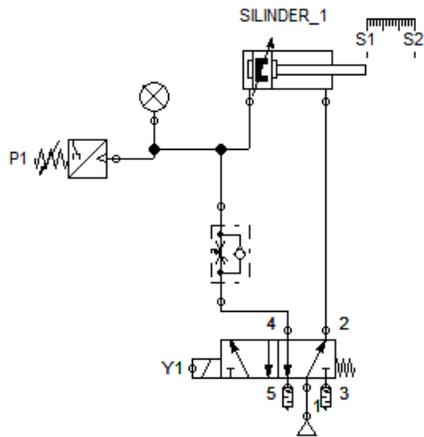
Gambar 6. Gambar drafting isometrik 2



Gambar 7. Pandangan samping alat tanpa cover

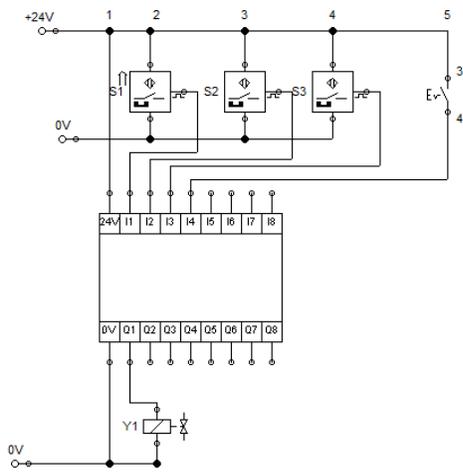
3.5 Rangkaian Pneumatik dan Kontrol PLC

Program PLC dibuat untuk memenuhi daftar tuntutan otomatis dalam hal proses pendorongan. Komponen yang dibutuhkan diantaranya : DAC, Katup solenoid 5/2, control flow, pressure gauge, kompresor, selang, kabel, dan air service unit. Berikut merupakan rangkaian pneumatik sistem.



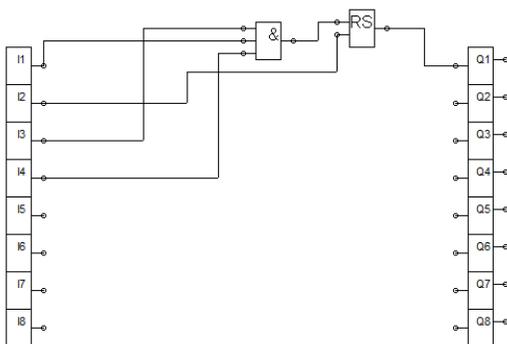
Gambar 8. Rangkaian pneumatic

Setelah melakukan rangkaian sistem pneumatic lakukan wiring seperti gambar berikut.



Gambar 9. Wiring

Setelah melakukan wiring lakukan program PLC seperti berikut.



Gambar 10. Program Ladder PLC

Untuk menyalakan sistem tekan push button, DAC berada pada posisi minimum dan terbaca oleh sensor S1. Ketika porang masuk akan terdeteksi sensor S3 sehingga DAC maju sampai posisi maksimum dan terbaca oleh sensor S2. Ketika Sensor S2 menyala maka DAC mundur pada posisi semula, dan berulang. *Control flow* digunakan untuk mengatur kecepatan pendorongan, dan *pressure gauge* untuk melihat tekanan yang sedang bekerja.

4. PEMBAHASAN

Fungsi alat ini adalah untuk merajang umbi porang setebal 0,5 cm atau 1 cm. Cara kerja alat ini yaitu dengan memasukan umbi porang sehingga umbi porang melewati sensor dan terdorong aktuatur sampai mengenai pisau dan piringan, ketika sudah pada posisi maksimal maka aktuatur kembali seperti posisi semula.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari proses perancangan alat perajang umbi porang yang telah dilakukan adalah :

- 1) Fungsi utama alat yaitu merajang umbi porang setebal 0,5 cm atau 1 cm
- 2) Material yang bersentuhan dengan umbi food grade
- 3) Jenis kontrol yang digunakan PLC
- 4) Kapasitas perajangan 300-400kg/jam
- 5) Daya mesin 0,5 Hp
- 6) Pulley diameter 95 dan 218,5 mm dengan lebar 35 mm
- 7) Sabuk V yang digunakan Tipe A no.40
- 8) Poros diameter 25 panjang 600mm
- 9) Pasak ukuran 7 x 7 x 20 mm
- 10) Bearing dengan tipe 6005
- 11) Profil rangka ukuran 30 x 30 dengan tebal 1 mm dan material ST37
- 12) Aktuatur berdiameter 20 mm dengan Panjang Langkah 300 mm
- 13) Spesifikasi minimal kompresor dengan debit 0,18 liter/menit dan daya 0,15 KW
- 14) Sumber energi listrik 220 Volt

Berdasarkan kesimpulan diatas perancangan alat perajang umbi porang telah memenuhi daftar tuntutan yang telah ditentukan sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sari Ramdana, Suharti. 2015. Tumbuhan Porang: Prospek Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. Volume 12. Nomor 2.
- [2] Suharto, Dkk. 2018. Rancang Bangun Mesin Pencuci Umbi Porang Untuk Meningkatkan Kinerja Pengolahan Porang. Jurnal Teknologi Terapan. Volume 4. Nomor 2.

- [3] Laily Sholikhatul, Dkk. 2018. Perbandingan Kualitas Chips Porang Dengan Menggunakan Metode Pengirisan Secara Manual Dan Mesin Perajang Porang. SNP2M.
- [4] Dedek, Yuhendri. 2018. Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis. ISSN.
- [5] Beitz, Pahl. *Engineering Design. Springer 3rd Edition* : S.N. 2007. *Ullman, David G. The Mechanical Design Process*. New York : Mcgraw-Hill, 2010. 978-0-07-297574-1.
- [6] Sularso, Kiyokatsu Suga, 2004. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradya Paramita.
- [7] Sardjono Koos. 2007. Perencanaan Sistem Pneumatik Pada Mesin Marking Untuk Bahan Brass (C3602) Dengan Kekuatan Geser 1000n. Sintek Volume 6 Nomor 1.