

PERANCANGAN POROS ULIR UNTUK MESIN EKSTRAKTOR BUAH BELIMBING DEWA

¹Tri Mulyanto, ²Supriyono, ³Iwan Setyawan

^{1,2,3}Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

^{1*}tri_mulyanto@staff.gunadarma.ac.id, ²Supriyono@staff.gunadarma.ac.id,

³iwan_s@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Mesin ekstraktor adalah perangkat pemeras buah. Mesin ekstraktor dengan tipe poros ulir akan dapat menghasilkan jus buah secara kontinyu. Proses pengolahan belimbing dewa membutuhkan mesin ekstraktor. Bagi industri kecil atau rumahan dibutuhkan mesin ekstraktor yang mempunyai kapasitas kecil, higienis dan efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendesain poros ulir mesin ekstraktor belimbing dewa dengan kapasitas 50 kg/jam. Dimana dalam penelitian ini poros ulir dirancang dengan menggunakan metode analitis. Dari perancangan telah dihasilkan poros ulir sebagai pemeras dengan daya motor listrik 300 Watt yang akan memutar poros ulir 25 rpm, sehingga diperoleh kapasitas 49.92 kg/jam.

Kata Kunci: belimbing, desain, ekstraktor, ulir daya.

Abstract

The extractor machine is a fruit squeezing device. Extractor machine with screw shaft type will be able to produce fruit juice continuously. The processing of belimbing dewa requires an extractor machine. For small or home industries, an extractor machine that has a small capacity, is hygienic and efficient is needed. The purpose of this study was to design a screw shaft for the belimbing dewa extractor machine with a capacity of 50 kg/hour. Where in this study the screw shaft was designed using the analytical method. From the design, the screw shaft was produced as a squeezer with a 300 Watt electric motor that would rotate the screw shaft at 25 rpm, so that a capacity of 49.92 kg/hour was obtained.

Key Words: belimbing, design, extractor, power screw.

PENDAHULUAN

Buah belimbing dewa sebagai ikon kota Depok yang dipasarkan sebagai belimbing segar, dapat dijadikan produk olahan seperti jus buah, selai, dodol, keripik dan sebagainya. Diharapkan kota Depok Jawa Barat mempunyai keunggulan produk lokal khas daerah yang akan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya [1]. Produk olahan jus buah bisa dihasilkan dengan cara mengekstraksi sari buah segar yang telah matang dari bagian yang dapat dimakan

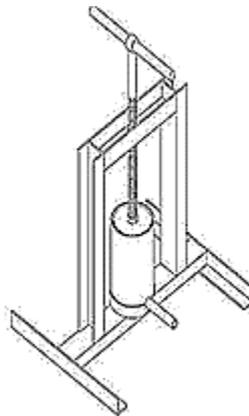
setelah buah dicuci bersih. Sari buah yang diperoleh kemudian dijernihkan (jika dibutuhkan), ditambah dengan air, dan gula (jika dibutuhkan). Kemudian dikemas dengan memperhatikan bahan kemasan dan kondisi penyimpanan agar jus tetap higienis [2].

Mesin yang dapat digunakan membuat jus buah adalah alat pengepresan sari buah, blender dan juicer [3]. Alat pengepresan buah manual, buah yang telah dipotong-potong dimasukkan pada silinder dalam yang berlubang dalam ruang silinder tekan alat (gambar 1). Buah akan menerima gaya tekan

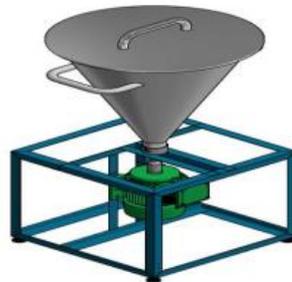
yang diberikan oleh operator melalui pegangan putar dan batang ulir hingga hancur. Jus buah akan keluar melalui pipa pengeluaran dan ampas dikeluarkan secara manual [4].

Nur Hayati [5] telah merancang mesin blender untuk buah-buahan dimana merupakan inovasi yang baru (gambar 2) dengan tujuan dapat mempermudah pekerjaan

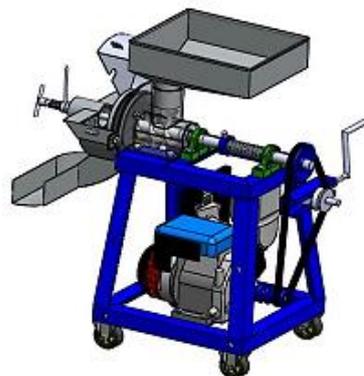
serta tidak memakan waktu lama. Mesin blender tersebut bekerja dengan memisahkan antara sari buah dengan ampas buahnya. Komponen-komponen utama pada mesin blender buah terdiri: pisau poros berguna menghancurkan dan mencampur, bushing sebagai penyambung pisau poros dengan motor, motor listrik 750 W, putaran 1420 rpm.



Gambar 1. Rancangan alat pengepresan buah manual [3]



Gambar 2. Rancangan mesin blender buah [5]



Gambar 3. Rancangan mesin pengiling buah tomat [6]



Gambar 4. Alat pres parutan kelapa [7]

Andre Alhafizh [6] merancang sebuah mesin penggiling buah tomat untuk kapasitas 5 kg/menit dengan cara kerja lebih efisien (gambar 3). Buah tomat yang akan dihaluskan dimasukkan melalui hopper dimana dan diteruskan melalui poros ulir yang akan mendorong buah tomat menuju batu penggiling, kemudian buah tomat yang sudah tergiling akan keluar dalam bentuk pasta atau cair. Mesin digerakkan dengan motor bakar 5.5 HP, putaran 3600 rpm.

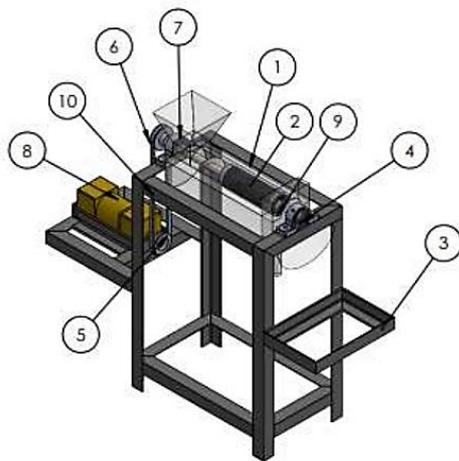
I Wayan Surata, dkk [7] merancang mesin pemeras kelapa parut (gambar 3) yang dirancang dengan sistim ulir tekan dan menggunakan penggerak motor listrik = 335 W.

Dari ulasan diatas, terlihat bahwa sudah diteliti mesin blender buah yang bekerja dengan memisahkan sari buah dengan ampas buahnya. Demikian pula pada mesin penggiling tomat yang bekerja dengan menghasilkan tomat dalam bentuk cairan atau pasta. Selanjutnya ada juga mesin pemeras

kelapa dengan sistim ulir tekan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, selanjutnya akan dilakukan modifikasi alat yang mana prinsip kerjanya seperti mesin pemeras buah kelapa yang akan digunakan untuk dapat mengekstraksi buah belimbing dewa. Namun demikian, pada penelitian ini akan difokuskan pada perencanaan poros ulir mesin ekstraktor buah. Selain itu mengingat kebutuhan industri kecil atau rumahan, maka poros ulir yang direncanakan adalah untuk mesin kapasitas 50 kg/jam dengan daya motor listrik yang kecil.

METODOLOGI PENELITIAN.

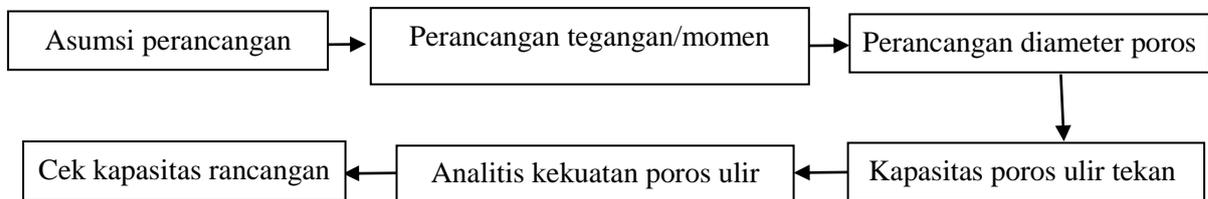
Pada penelitian ini difokuskan pada poros ulir mesin ekstraktor buah belimbing dewa, seperti yang terlihat pada komponen nomor 2 Gambar 5 mesin ekstraktor buah belimbing dewa seperti yang terlihat dibawah ini. Dimana poros ulir dapat memisahkan jus buah dengan ampasnya secara langsung yang direncanakan dengan kapasitas 50 kg/jam.



Keterangan :

1. Penutup dan hopper
2. Poros ulir
3. Dudukan wadah ampas
4. Rumah bearing
5. Puli motor listrik
6. Puli poros ulir
7. Rumah bearing
8. Motor listrik
9. Selubung
10. Rangka

Gambar 5. Mesin ekstraktor buah belimbing dewa.



Gambar 6. Bagan metodologi penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada poros ulir mesin ekstraktor buah yang akan rancang, direncanakan dapat memenuhi kriteria-kriteria berikut:

1. Dapat memisahkan jus buah dengan ampas semaksimal mungkin.
2. Sistem penyaringan sepanjang ulir daya dan ampas keluar terpisah.
3. Material yang digunakan *food grade*.

Karena mesin ekstraktor buah digunakan untuk industri kecil dan rumahan, maka pada penelitian ini direncanakan menggunakan motor listrik gearbox 300 Watt, 220 V, 1250 rpm, 1 phase dan rasio gearbox 1:50 dengan putaran yang dihasilkan

maksimum 25 rpm. Bahan poros direncanakan *food grade* menggunakan *stainless steel* 304 dengan kekuatan tarik (σ_B) = 53 kg/mm².

Tegangan geser yang diizinkan (τ_a) dengan memperhatikan faktor keamanan bahan poros (Sf_1) dan faktor keamanan bentuk poros (Sf_2), adalah:

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2)$$

Dimana: Sf_1 : 5.6 untuk bahan SF atau 6.0 untuk bahan S-C

Sf_2 : poros beralur pasak atau bertangga sebesar 1.3 sampai 3.0

Dengan daya rencana: P_d , maka momen puntir (T) yang terjadi pada poros,

$$T = 9.74 \times 10^5 \frac{P_d}{n}$$

Dimana, n : putaran poros ulir (rpm)

Adapun diameter poros d_1 (mm) dapat diperoleh dengan formula dengan memperhatikan faktor koreksi puntiran (K_t) dan faktor koreksi lenturan (C_b), adalah:

$$d_1 = \left[\frac{5.1}{\tau_{\alpha}} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

Dimana: $K_t = 1.0$ untuk beban halus, 1.0 - 1.5 untuk beban dengan sedikit tumbukan atau kejutan, dan 1.5 - 3.0 untuk tumbukan besar atau beban kejutan.

C_b = faktor koreksi lenturan: 1.2 sampai 2.0

Komponen-komponen yang dirancang berupa poros ulir dengan jarak kisar (*pitch*) dan diameter dasar dari rancangan ulir konstan seperti terlihat gambar 7.

Yang menjadi pertimbangan utama dalam mendesain poros ulir mesin ekstraktor adalah kecepatan putar pada poros, tekanan bagian dalam silinder, diameter silinder dan diameter poros. Kecepatan putar untuk poros ulir umumnya untuk alat pengepresan berkisar diantara 15 – 40 rpm dan diasumsikan dengan tekanan kerja 2 MPa [7]. Menurut Sorin-Stefan et al. [8], volume teoritis bahan (V_{te}) yang dipindahkan oleh

poros ulir dapat dihitung dengan persamaan:

$$V_{te} = (d_2^2 - d_1^2)(p - \delta) m^3$$

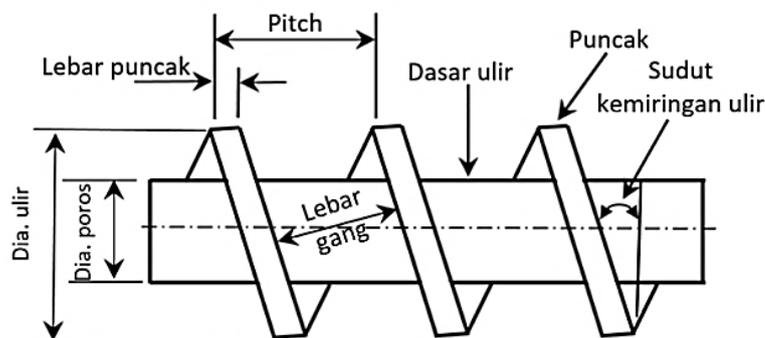
Dimana: d_1 = diameter poros [m]; d_2 = diameter luar ulir [m]; p = jarak pitch [m]; δ = lebar pitch [m].

Laju aliran volume poros ulir dengan konfigurasi poros horizontal dihitung dengan persamaan:

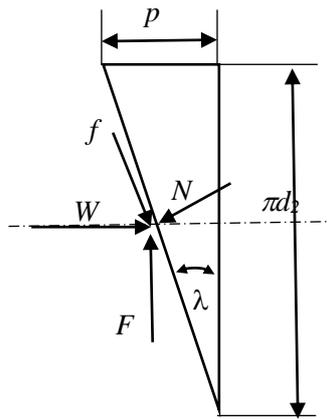
$$Q_v = V_{te} \cdot (1 - \varepsilon) \cdot n \cdot k \cdot 60 [m^3/j]$$

Dimana: Q_v = Laju aliran volume [m^3/j]; V_{te} = volume teoritis buah yang dapat dipindahkan oleh ulir dalam sekali putaran [m^3]; k = koefisien aliran balik buah melalui puncak ulir (k) berkisar 0,2 – 0,35; n = kecepatan putar ulir [rpm]; ε = rasio tekanan, diperoleh dengan rumus $\varepsilon = (v_i - v_f)/v_i$, dimana v_i = volume awal [m^3] dan v_f = volume akhir proses setelah penekanan [m^3].

Analisis teknik juga digunakan pada perhitungan struktur dengan beban statis yang terjadi pada komponen krusial yang dapat diterima dan reaksi gaya vertikal dalam mengetahui keseimbangan gaya dan momen-nya sehingga poros ulir akan aman digunakan [7].



Gambar 7. Geometri poros ulir horizontal



Gambar 8. Gaya-gaya yang bekerja saat mendorong beban pada ulir daya

Tekanan akhir pada proses pengepresan bervariasi antara 4 – 35 MPa, tergantung tipe alat pres dan buah-buahan yang dipres. Menurut Beerens [9] proses pengepresan untuk minyak buah jarak (*Jatropha seeds*) minimum adalah 4 MPa. Karena tekstur buah belimbing adalah sangat halus dan lembut sehingga tekanan pengepresan akan lebih rendah dari buah jarak maka dalam penelitian ini tekanan kerja harus < 4 MPa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin ekstraktor yang didesain menggunakan ulir daya sehingga menghasilkan pemerasan yang bersifat kontinu dengan proses sangat sederhana, aman dan mudah disesuaikan. Hal ini karena dengan menggunakan transmisi puli dan belt, sehingga kecepatan putaran ulir daya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Dalam desain ini data utama yang menjadi pertimbangan adalah kecepatan putar dari poros ulir,

tekanan bagian dalam silinder, diameter dari silinder dan diameter dari poros. Komponen yang dirancang terdiri dari poros ulir (*screw shaft*) serta silinder (*barrel*), seperti diperlihatkan pada Gambar 9.

Poros ulir akan mengalami beban puntir serta lentur, sehingga faktor keamanan diambil berdasarkan ASME yaitu $Sf_1 = 6.0$ dan $Sf_2 = 1.5$. Tegangan geser yang diizinkan (τ_a) adalah:

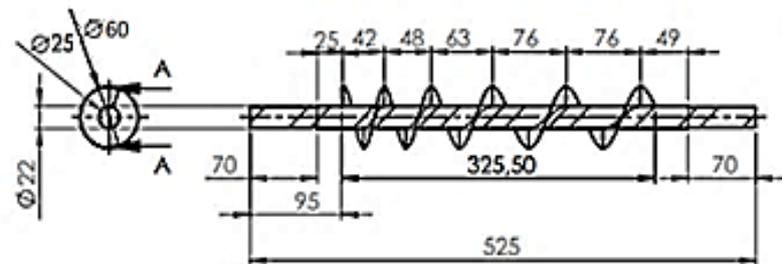
$$\begin{aligned} \tau_a &= \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \\ &= 53 \text{ kg/mm}^2 (6.0 \times 1.5) \\ &= 5.89 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Dengan daya rencana $P_d = 0.3 \text{ kW}$, maka momen puntir di poros, $T = 9.74 \times 10^5 \frac{Pd}{n} = 9.74 \times 10^5 \frac{0.3}{25} = 11688 \text{ kg.mm}$, sehingga diameter poros d_1 (mm) dengan faktor koreksi puntiran $K_t = 1.0$, faktor koreksi lenturan $C_b = 1.2$ adalah:

$$\begin{aligned} d_1 &= \left[\frac{5.1}{\tau_a} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3} \\ &= \left[\frac{5.1}{5.89} \times 1.0 \times 1.2 \times 11688 \right]^{1/3} \\ &= 22.99 \text{ mm} \approx 25 \text{ mm.} \end{aligned}$$



Gambar 9. Poros ulir daya dan silinder



Gambar 10. Poros ulir daya untuk pemeras buah

Perhitungan komponen teoritis yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 10. Pada perancangan, dihasilkan data diameter poros, $d_1 = 25$ mm; diameter luar ulir, $d_2 = 60$ mm; Panjang alat pengepres disesuaikan dengan panjang ulir, $L = 325.5$ mm; jarak antara pitch rata-rata, $p = 61$ mm; lebar pitch, $\delta = 1.2$ mm.

Untuk menentukan kapasitas dari mesin juice ekstraktor buah perlu diketahui volume secara teoritis dari bahan $V_{t\epsilon}$ yang akan dipindahkan oleh poros ulir:

$$\begin{aligned} V_{t\epsilon} &= (d_2^2 - d_1^2)(p - \delta) m^3 \\ &= (0.06^2 - 0.025^2)(0.061 - 0.0012) \\ &= 0.000178 m^3 = 1.78 \times 10^{-4} m^3 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas teoritis yang dilakukan harus sesuai dengan data dari putaran poros ulir yaitu 25 rpm; koefisien geseknya lebih kecil karena pemerasan buah belimbing lebih halus serta licin maka koefisien geseknya

0.25; rasio tekanannya $\epsilon = 0.5$; koefisien aliran baliknya $k = 0.35$.

$$\begin{aligned} Q_v &= V_{te} \cdot (1 - \epsilon) \cdot n \cdot k \cdot 60 m^3/jam \\ &= 1.78 \times 10^{-4} (1 - 0.5) \times 25 \times 0.35 \times 60 \\ &= 0.048 m^3/jam \end{aligned}$$

Untuk belimbing manis (*Averrhoa carambola*), berdasarkan data Narain [10] diketahui massa jenis belimbing manis $1.04 \text{ gr/cm}^3 = 1040 \text{ kg/m}^3$, maka:

$$Q_v = 49.92 \text{ kg/jam}$$

Perhitungan kapasitas teoritis dengan putaran 25 rpm diperoleh kapasitas teoritis $Q_v = 49.92$ kg/jam. Hasil ini sudah cukup baik sehingga dapat digunakan untuk industri kecil atau industri rumahan.

Dari momen puntir (momen rencana) sebesar $= 11688 \text{ kg.mm} = 114.66 \text{ Nm}$, dapat dihitung gaya ulir $F = T / (\frac{1}{2} d_2) = 3822 \text{ N}$, gaya tekan pada silinder W , yang terjadi:

$$W = F \frac{(\pi d_2 - \pi p)}{(\mu \pi d_2 + p)} = 3822 \frac{(0.1763)}{(0.987)} = 6826.94 \text{ N}$$

Sehingga tekanan yang terjadi pada silinder pada saat akhir dari proses pengepresan $P = W/A$

$$P = W / \frac{1}{4} \pi (d_2^2 - d_1^2) = 2.9 \text{ MPa}$$

Karena besar tekanan akhir pada proses pengepresan, $P < 4 \text{ MPa}$, maka perencanaan poros ulir sudah sesuai untuk buah belimbing dewa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perencanaan poros ulir untuk mesin ekstraktor buah belimbing sudah dilakukan. Pada perencanaan ini, digunakan daya motor listrik dengan gearbox 300 Watt, 220 V, 1250 rpm, 1 phase dan rasio gearbox 1:50. Putaran poros ulir didapatkan 25 rpm untuk memeras buah belimbing. Dimana, dimensi poros 25 mm, dimensi luar ulir 60 mm dan dapat mengolah buah belimbing sebanyak 49.92 kg/jam, ini sesuai dengan target rancangan 50 kg/jam.

Pada penelitian berikutnya disarankan melakukan pengujian dengan beberapa tingkat putaran poros ulir untuk memperoleh hasil yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fatimah Az Zahra, dan Dahlia Nauliy, "Analisis Saluran Pemasaran Belimbing Dewa Di Kecamatan Pancoran Mas Kota Depok", Jurnal Agribisnis

Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness), Vol. 9 No. 1, hal. 13-22, 2021.

- [2] Emelike Nkechi Juliet Tamuno, Ebere Caroline Onyedikachi, "Effect of Packaging Materials, Storage Conditions on the Vitamin C and pH Value of Cashew Apple (*Anacardium occidentale* L.) Juice", Journal of Food and Nutrition Sciences, Volume 3, No. 4, page 160-165, 2015
- [3] Winiati P. Rahayu, "Minuman Jus Buah Kemasan", Food Review Indonesia, VOL. XIV, No. 5, hal. 52-55, 2019.
- [4] Michael M. Odewole, Kehinde J. Falua, Semiu O. Adebisi and Kabir O. Abdullahi, "Development and Performance Evaluation of a Manually-Operated Multipurpose Fruit Juice Extractor", FUOYE Journal of Engineering and Technology, Volume 3, Issue 1, page 48-51, 2018
- [5] Nur Hayati, "Mesin Blender Buah", Jurnal Science Tech, Vol. 5, No. 1, hal. 30-33, 2019.
- [6] Andre Alhafizh, "Perancangan Mesin Penggiling Buah Tomat Kapasitas 5 Kg/Menit", Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Sumatera Utara, 2022.
- [7] I Wayan Surata, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, Davied Budyanto, Ahmad Eko Yulianto, "Rancang Bangun Alat Pres Parutan Kelapa Tipe Ulir Daya

- Penggerak Motor Listrik”, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), 2015.
- [8] Sorin-Stefan, B., Mariana Ionescu, Gheorghe Voicu, Nicoleta Ungureanu and Valentin Vladut, “*Calculus Elements for Mechanical Presses in Oil Industry*”. Politehnica University of Bucharest, Romania, 2013.
- [9] Beerens, P., 2007. Screw-pressing of *Jatropha* seeds for fuelling puposes in less developed countries. (Thesis). Department of Sustainable Energy Technology, Eindhopen University of Technology
- [10] Narain, N., Bora, P. S., Holschuh, H. J., Vasconcelos, M. A. Da S., “*Physical And Chemical Composition Of Carambola Fruit (Averrhoa carambola L.) At Three Stages Of Maturity*”, *Cienc. Tecnol. Aliment.* Vol. 3, No. 3, pp. 144-148, 2001