

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818

Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 3, September 2019



SK Dirjen DIKTI No : 21/E/KPT/2018



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
8

No.
3

Hal
153-233

Lampung
September 2019

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Sejak tahun 2018, J-TEP mendapatkan terakreditasi SINTA 3 berdasarkan SK Dirjen Dikti No.21/E/KPT/2018. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Chief Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir. R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA (Universitas Jember)
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)
Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)
Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)
Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)
Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syah Kuala)
Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)
Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

Editorial Boards

Dr. Warji, S.TP, M.Si
Cicik Sugianti, S.TP, M.Si
Elhamida Rezkia Amien S.TP, M.Si
Winda Rahmawati S.TP, M.Si
Febryan Kusuma Wisnu, S. TP, M.Sc
Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 3, bulan September 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 8 (delapan) artikel dimana salah satu artikel pada volume ini berbahasa Inggris yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi prototipe unit perontok jagung, variasi digester anaerobik, analisis performa fluida pada model ORC, karakterisasi pelet pupuk organik berbahan *slurry*, analisis perubahan penggunaan lahan di DAS Air Dingin, pengaruh ketinggian tempat dan metode pengeringan pada tanaman pegagan, *exploration of soil spectral reflectance*, dan potensi biogas dari rekayasa aklimatisasi.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Editorial J TEP-Lampung

Daftar isi

Pengantar Redaksi

PROTOTYPE UNIT PERONTOK JAGUNG UNTUK MESIN PEMANEN JAGUNG KOMBINASI 153-163

Diang Sagita, Radite Praeko Agus Setiawan, Wawan Hermawan

VARIASI DIGESTER ANAEROBIK TERHADAP PRODUKSI BIOGAS PADA PENANGANAN LIMBAH CAIR PENGOLAHAN KOPI 164-174

Elida Novita, Hendra Andiananta Pradana, Sri Wahyuningsih, Bambang Marhaenanto, Moh. Wawan Sujarwo, Moh. Salman A. Hafids

ANALISIS PERFORMA FLUIDA KERJA PADA MODEL *ORGANIC RANKIE CYCLE* (ORC) DENGAN SUMBER PANAS ENERGI BIOMASSA 175-186

Lilis Sucahyo, Muhamad Yulianto, Edy Hartulistiyoso, Irham Faza

KARAKTERISASI PELET PUPUK ORGANIK BERBAHAN *SLURRY* LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT SEBAGAI PUPUK *SLOW RELEASE* 187-197

Reni Astuti Widyowanti, Nuraeni Dwi Dharmawati, Etty Sri Hertini, Rengga Arnalis Renjani

ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) AIR DINGIN DAN DAMPAKNYA TERHADAP ALIRAN PERMUKAAN 198-207

Rio Valery Allen, Rusnam, Feri Arlius, Revalin Herdianto

PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TUMBUH DAN METODE PENGERINGAN TERHADAP ORGANOLEPTIC DAN KADAR ASIATIKOSID PEGAGAN (*Centella asiatica* (L) Urb) 208-213

Devi Safrina, Endang Brotojoyo, Inas Kamila

EXPLORATION OF SOIL SPECTRAL REFLECTANCE CHARACTERISTICS RELATING TO THE SOIL ORGANIC MATTER CONTENT 214-223

S. Virgawati, M. Mawardi, L. Sutiarso, S. Shibusawa, H. Segah, M. Kodaira

POTENSI BIOGAS DARI REKAYASA AKLIMATISASI BIOREAKTOR AKIBAT PERUBAHAN SUBSTRAT PADA INDUSTRI BIOETHANOL 224-233

Jufli Restu Amelia, Udin Hasanudin, Erdi Suroso

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J., and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : ae.journal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

PROTOTIPE UNIT PERONTOK JAGUNG UNTUK MESIN PEMANEN JAGUNG KOMBINASI

PROTOTYPE OF CORN THRESHER UNIT FOR CORN COMBINE HARVESTER

Diang Sagita^{1✉}, Radite Praeko Agus Setiawan², Wawan Hermawan²

¹Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

²Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor

✉Komunikasi Penulis, email: diang.sagita@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-lv8i3.153-163>

Naskah ini diterima pada 25 April 2019; revisi pada 28 Juni 2019;

disetujui untuk dipublikasikan pada 6 Juli 2019

ABSTRACT

One of the ways to support corn production is through technology implementation, but the domestic industries have not attempted to produce technology for harvesting activities especially corn harvesting. This research was carried out to get the best design, prototype and performance of corn thresher unit to be applied to the design of a corn combine harvester. The components consist of threshing cylinders, perforated cages, grain screw conveyors and corn cob entry holes. The research method begins from analyzing (functional and structural designs), designing, testing performance, evaluating and modifying. The performance test was carried out stationary using corn cob raw material. The performance of the thresher unit has been quite good. The results show that the best performance was the prototype with the last modification (C). Threshing efficiency reached 93.75%, percentage of un-threshed kernel was 6.25%, and cleanliness level 90.68%. While threshing capacity was 358.28 kg/hour, which corn cob feeding was carried out by humans with a feeding capacity of 420.05 kg/hour.

Keywords: Corn, corn harvester, corn thresher, design, prototype

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mendukung swasembada jagung dapat dilakukan melalui penerapan teknologi, namun industri dalam negeri belum berupaya untuk memproduksi teknologi untuk kegiatan pemanenan khususnya pemanenan jagung. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan desain, prototipe dan kinerja terbaik dari unit perontok jagung untuk diaplikasikan pada rancangan mesin pemanen jagung kombinasi. Komponennya terdiri dari silinder perontok, sangkar perontok, konveyor jagung pipil serta lubang pemasukan jagung berklobot. Metode penelitian dimulai dengan menganalisis rancangan fungsional, menganalisis rancangan struktural, mendesain, menguji kinerja, mengevaluasi kinerja dan memodifikasi apabila terdapat kekurangan. Uji kinerja dilakukan secara stasioner dengan bahan baku jagung berklobot. Hasil pengujian kinerja unit perontok jagung ini sudah cukup baik. Hasil menunjukkan bahwa kinerja terbaik adalah prototipe dengan modifikasi terakhir (C). Efisiensi perontokan mencapai 93.75 %, persentase jagung tidak terontok sebesar 6.25%, dan tingkat kebersihan 90.68%. Sementara kapasitas perontokan adalah 358.28 kg/jam yang mana pengumpanan jagung dilakukan oleh manusia dengan kapasitas pengumpanan 420.05 kg/jam.

Kata Kunci: Desain, jagung, mesin pemanen, prototipe, perontok jagung

I. PENDAHULUAN

Jagung merupakan komoditas serbaguna sebagai bahan baku pakan, pangan hingga berbagai produk industri (Lakshmi *et al.*, 2017).

Kebutuhan terhadap komoditas jagung dalam negeri semakin meningkat setiap tahunnya sehubungan dengan berkembangnya industri pakan ternak akhir-akhir ini, sehingga industri menjadi salah satu pihak yang sangat bergantung

akan ketersediaan tanaman jagung sebagai bahan bakunya. Sementara di sisi lain, produksi jagung dalam negeri tidak dapat memenuhi permintaan pasar sehingga harus impor (Singgih & Sudirman, 2015).

Menurut Kurniawan (2011), Upaya untuk dapat memenuhi permintaan jagung dalam negeri sebenarnya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu meningkatkan produksi jagung melalui perluasan areal dan peningkatan produktivitas. Tahun 2015-2017 pemerintah telah melaksanakan program upaya khusus (UPSUS) swasembada pangan dan telah terbukti mampu meningkatkan produksi tanaman pangan termasuk jagung (Nugroho *et al.*, 2017). Dukungan teknologi, investasi dan kebijakan diperlukan dalam mewujudkan dan mendukung swasembada jagung.

Dalam hal penerapan teknologi, kegiatan budidaya jagung yang sudah dilakukan secara mekanis di Indonesia antara lain kegiatan pengolahan tanah, penanaman dan pemeliharaan, sementara dalam hal pemanenan masih dilakukan secara manual yang kapasitasnya masih rendah, membutuhkan banyak tenaga kerja dan tidak dapat langsung mendapatkan pipil (Hermawan, 2017). Alasan belum diaplikasikannya mesin pemanen jagung di Indonesia antara lain karena industri dalam negeri belum berupaya untuk memproduksi dan mengembangkan teknologi mesin pemanen jagung yang dipandang memiliki prospek yang kecil. Namun demikian, potensi jagung di Indonesia dapat dikatakan cukup besar dan kedepannya sangat penting untuk diterapkannya mesin pemanen jagung yang sesuai dengan kondisi budidaya jagung di Indonesia.

Proses pemanenan untuk menghasilkan jagung pipil dapat langsung dilakukan menggunakan mesin pemanen jagung kombinasi (mulai dari pemetikan hingga perontokan). Mesin jenis ini telah banyak digunakan di beberapa negara maju bahkan baru-baru ini beberapa negara telah mengembangkan sendiri mesin pemanen jagungnya dan telah mempatenkannya seperti yang dilakukan oleh Yuán (2015) di China, Redekop (2008) di Canada dan Barry (2015) di Amerika. Mesin-mesin pemanen tersebut harus diimpor dengan harga yang mahal jika ingin

diaplikasikan di Indonesia dan dengan harga yang cukup mahal yakni lebih dari 400 juta rupiah (Hermawan, 2017).

Setiap bagian dari mesin pemanen jagung perlu didesain terlebih dahulu secara bertahap. Sebuah prototipe unit pemetik jagung untuk diterapkan pada mesin pemanen jagung telah dikembangkan sebelumnya oleh (Hermawan, 2017). Prototipe tersebut telah teruji mampu memetik tongkol jagung dengan efisiensi pemetikan 100%. Berdasarkan informasi tersebut, maka tahap berikutnya adalah perlu dikembangkan juga unit perontok yang dapat diaplikasikan untuk mesin pemanen jagung kombinasi. Berbeda dengan beberapa mesin perontok yang sudah ada seperti yang dikembangkan oleh Cressoni (2011); Lühfi (2009) serta Rasid dan Lanya (2014), masing-masing mengembangkan perontok/pemipil sebagai mesin tersendiri sehingga desainnya tidak dapat langsung diterapkan untuk mesin pemanen jagung. Namun secara garis besar, prinsip kerjanya sama yaitu melepaskan biji-bijian dari bahan tanaman lainnya dengan menerapkan gaya mekanis yang menciptakan kombinasi tumbukan, geseran, dan tekanan (Srivastava *et al.*, 2006). Konsep unit perontok untuk diterapkan pada mesin pemanen jagung ini harus dirancang agar mampu merontokkan jagung berklobot yang telah dipanen secara kontinyu sesuai kapasitas pemetikan yang diharapkan. Menurut Srivastava *et al.* (2006), tipe perontok yang paling sesuai untuk diterapkan pada mesin pemanen adalah tipe aksial karena sumbu rotor dibuat sejajar dengan arah maju mesin. Unit perontok ini merupakan salah satu bagian penting sebagai indikator keberhasilan mesin pemanen jagung yang dapat memproses jagung yang dipetik menjadi jagung pipil yang siap untuk diproses lebih lanjut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain, prototipe dan kinerja terbaik dari unit perontok jagung untuk diaplikasikan pada rancangan mesin pemanen jagung kombinasi.

II. BAHAN DAN METODA

2.1. Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi (1) personal komputer yang di dalamnya terdapat aplikasi CAD (*Computer Aided Design*) untuk keperluan

membuat model desain (2) peralatan pembuatan konstruksi mesin dan (2) peralatan pengujian kinerja (*tachometer digital*, timbangan digital, plastik, ayakan, penggaris dan oven). Motor listrik yang digunakan untuk pengujian adalah motor dengan daya 8 HP, kecepatan putar 1440 rpm. Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari bahan pembuatan mesin dan bahan untuk pengujian. Bahan pembuatan mesin terdiri dari besi plat ketebalan 2-5 mm, besi silinder pejal, silinder berongga, poros baja, baut, mur, *pulley*, dan *belt*. Bahan untuk pengujian adalah jagung hasil panen yang masih memiliki klobot dengan nilai kadar air 17.61% (tongkol), 13.05% (klobot) dan 16.85% (biji). Hal tersebut sudah sesuai dengan yang dianjurkan oleh Chuan-udom (2013) yang mengatakan bahwa jagung yang akan dirontokkan dianjurkan tidak melebihi kadar air 20 %bb. Beberapa data karakteristik fisik jagung hasil pengukuran untuk keperluan desain disajikan pada Tabel 1.

2.2. Desain Unit Perontok Jagung

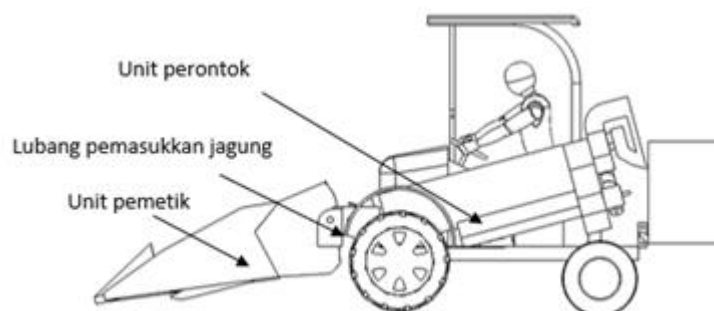
Desain unit perontok jagung disesuaikan dengan konsep desain mesin pemanen jagung kombinasi oleh Hermawan (2017) yang dapat dilihat pada Gambar 1. Konsep unit perontok adalah menerima jagung tongkol yang telah dipetik oleh unit pemetik melalui lubang pemasukan jagung

dari arah maju mesin. Unit perontok didesain agar mampu merontokkan jagung dari hasil proses pemetikan pada dua barisan tanaman dalam satu lintasan dengan target kapasitas pemanenan 0.38 ha/jam. Berdasarkan referensi dari Srivastava *et al.* (2006) yang menganjurkan untuk menggunakan tipe *axial*, maka desain konseptual unit perontok yang dirancang adalah seperti pada Gambar 2. Komponennya terdiri dari (1) silinder perontok tipe *axial double helix* dengan komponen *screw* untuk menyalurkan jagung tongkol, gigi perontok untuk merontokkan dan *blower* untuk menghisap biomassa ringan hasil perontokan, (2) *perforated cage* (sangkar berlubang) untuk meloloskan biji jagung ke bagian konveyor dan (3) konveyor jagung pipil.

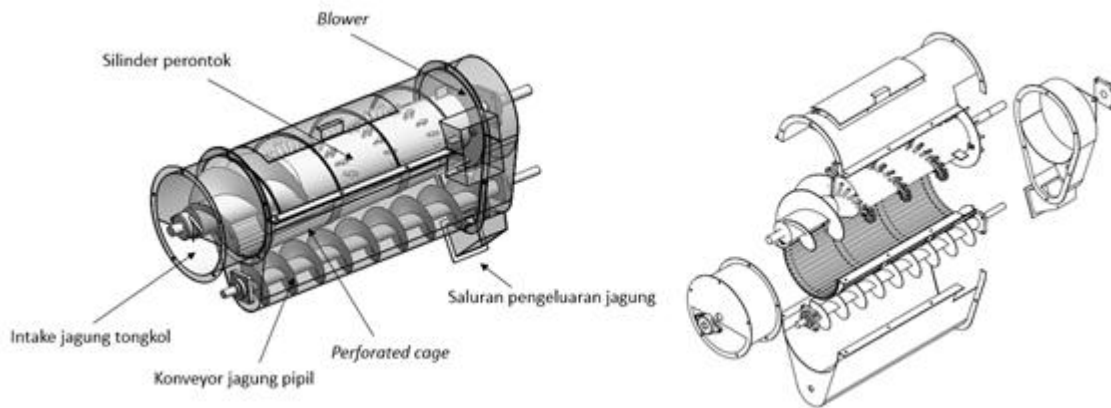
Bagian *intake* jagung tongkol sangat penting mempertimbangkan dimensi panjang jagung. Berdasarkan data panjang jagung pada persentil 95 (Tabel 1), maka ukuran lubang pemasukan jagung (*intake*) harus lebih besar dari 37.6 cm. Oleh karena itu pada desainnya dibuat dengan ukuran panjang lubang pemasukan maksimal 39 cm. Desainnya dapat dilihat pada Gambar 3a. Komponen utama yaitu silinder perontok dirancang berdasarkan prinsip dari perontokan yaitu tumbukan dan gesekan sehingga digunakan

Tabel 1. Data Karakteristik Fisik Jagung

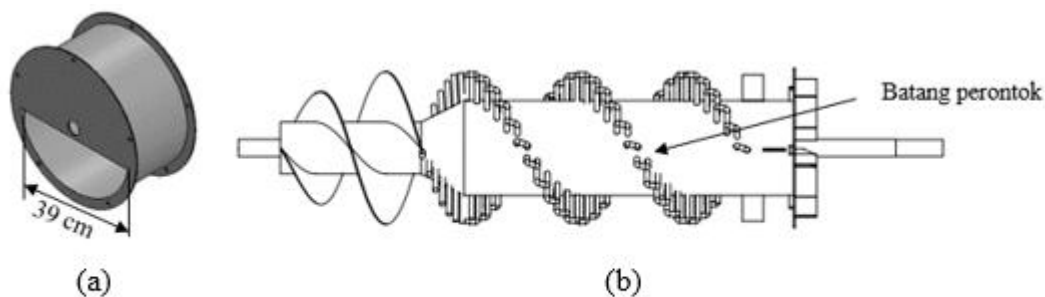
No	Parameter	Rata-rata	Nilai pada Persentil 95	Satuan
1	Massa jagung dengan klobot	404.4 ± 53.6	477.8	g
2	Diameter jagung dengan klobot	56.2 ± 3.0	60.7	mm
3	Panjang jagung dengan klobot	34.9 ± 1.7	37.6	cm



Gambar 1. Konsep Desain Mesin Pemanen Jagung (Hermawan, 2017)



Gambar 2. Desain Unit Perontok Jagung Untuk Mesin Pemanen Jagung Kombinasi



Gambar 3. Desain Komponen Perontok Jagung (a) Cover Depan dan (b) Silinder Perontok

batang pemukul pada sepanjang silinder perontok. Pada bagian ujung depan silinder dibuat berbentuk sekrup (*screw*) yang berfungsi untuk menyalurkan jagung tongkol dari lubang pemasukan menuju ke bagian perontok. Silinder pada bagian *screw* dibuat lebih kecil dibanding silinder pada bagian perontok karena pada bagian *screw* merupakan tempat pemasukan jagung sehingga harus longgar dan luas sementara pada bagian perontok dibuat lebih besar karena berfungsi untuk menggesek dan merobek klobot jagung sehingga jarak antara silinder dengan dinding perontok adalah mengikuti data diameter jagung pada persentil 95 yaitu 60.7 mm sementara panjang gigi perontoknya adalah 50 mm sehingga ada jarak (*space*) antara ujung gigi perontok dengan dinding perontok sebesar 10.7 mm. Desain silinder perontok dapat dilihat pada Gambar 3b.

Bagian silinder yang perlu diperhatikan adalah gigi perontok. Diameter gigi perontok perlu dihitung agar tidak patah atau bengkok saat proses perontokan terjadi. Kebutuhan diameter gigi perontok dihitung dengan Persamaan 1-4.

$$s = \frac{M * c}{I} \quad (1)$$

$$I = \frac{1}{4} * \pi * r^4 \quad (2)$$

$$M = F * l \quad (3)$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{M}{\frac{1}{4} * \pi * s}} \quad (4)$$

Dalam hal ini σ adalah tegangan ijin (N/m^2), I adalah inersia benda (m^4), r adalah radius gigi perontok (m), nilai $c = r$, F adalah gaya yang bekerja pada gigi perontok (N) dan l adalah panjang gigi perontok (m). Selanjutnya dengan memasukkan nilai F dan σ maka diameter minimum gigi perontok dapat ditentukan. Diketahui bahwa gaya untuk mematahkan dan merontokkan jagung adalah 128.4 N, panjang gigi perontok (l) adalah 5 cm dan bahan yang dipilih adalah baja karbon S30 C, $\sigma_{ijin} = 2.842 \times 10^8 \text{ Pa}$. Berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan 4 maka radius gigi perontok minimum adalah 3.2 mm

atau diameternya adalah 6.4 mm. Apabila *safety factor* yang dikehendaki adalah 1.5 maka diperoleh diameter sebesar 9.6 mm, Sehingga dipilih besi silinder dengan diameter 10 mm.

Selanjutnya bagian *perforated cage* yang merupakan dinding berlubang untuk menahan biomassa jagung (tongkol dan klobot) dan meloloskan biji jagung ke bagian konveyor. Jarak celahnya dirancang berukuran 14 mm untuk mempermudah penjatuhan biji jagung. Selain itu kemiringan dari unit perontok juga dirancang mengikuti kemiringan unit pemetik yang telah dibuat oleh Hermawan (2017) yang besarnya 20° (Gambar 4).

2.3. Analisis Kinematika Silinder Perontok

Analisis kinematik terdiri dari analisis bagian-bagian mesin yang bergerak. Dalam hal ini, bagian dari unit perontok yang bergerak adalah silinder perontok dan konveyor jagung pipil. Oleh karena itu, kedua bagian tersebut perlu dianalisis terutama dalam hal kecepatan putar yang dibutuhkan agar sesuai dengan kriteria desain. Parameter yang dianalisis terdiri dari: (1) Kapasitas pengumpanan jagung dan (2) Kapasitas pengangkutan pipilan. Berdasarkan (Srivastava et al., 2006), kecepatan keliling (*peripheral speed*) dari silinder perontok yang sesuai untuk komoditas jagung adalah 13-22 m/s, sehingga untuk mengkonversinya menjadi kecepatan putar dapat dihitung dengan Persamaan 5.

$$n_p = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{v}{r_p} \quad (5)$$

Dalam hal ini n_p adalah kecepatan putar silinder perontok (rpm), v adalah kecepatan *peripheral* (m/s) dan r_p adalah tinggi gigi perontok dari pusat putaran silinder (m).

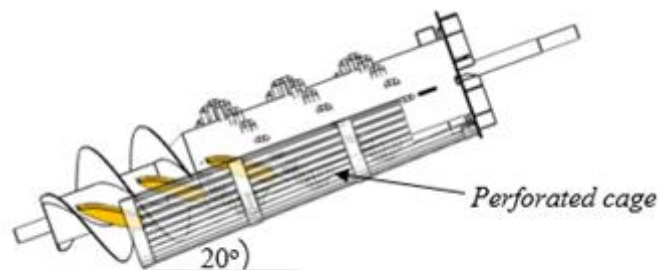
Selanjutnya, dengan memasukkan nilai-nilai peubah yang diketahui yaitu v sebesar 13 m/s dan r_p adalah 0.18 m, maka diperoleh besarnya kecepatan putar silinder perontok adalah 690 rpm, dan jika v -nya sebesar 22 m/s maka kecepatan putarnya 1167 rpm. Artinya kecepatan putar yang sesuai dan baik berada pada nilai 690-1167 rpm. Jika kurang dari 690 rpm akan menyebabkan banyak jagung yang tidak terontok dan jika diatas 1167 rpm akan menyebabkan banyak biji jagung yang rusak/pecah. Untuk itu pada desain ini digunakan dua variasi kecepatan putar yaitu 750 rpm dan 1000 rpm.

Komponen selanjutnya yang perlu dirancang adalah konveyor jagung pipil dengan tipe *screw*. Dimensi *screw* dihitung menggunakan Persamaan 6 yang juga digunakan oleh Sagita et al. (2018) untuk menghitung dimensi *screw*. Konveyor tipe ini merupakan yang paling efektif digunakan pada mesin pemanen berjenis biji-bijian. Parameter yang perlu dihitung adalah kecepatan putarnya agar mampu menyalurkan jagung pipil sesuai kapasitas panen yang diharapkan.

$$Q_p = \frac{\pi}{4} (d_{sf}^2 - d_{ss}^2) \cdot l_p \cdot n_c \quad (6)$$

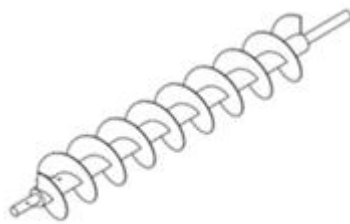
Dalam hal ini Q_p adalah kapasitas aliran jagung pipil (m³/s), n_c adalah kecepatan putar konveyor (rps), d_{sf} adalah diameter luar *screw* (m), d_{ss} adalah diameter dalam *screw* (m), l_p adalah panjang *pitch* (m). Untuk menentukan besarnya panjang kecepatan putar konveyor (n_c), terlebih dahulu ditentukan nilai dari d_{sf} dan d_{ss} , l_p dan nilai Q_p .

Jika target kapasitas jagung yang dipanen adalah 0.38 ha/jam maka jumlah tanaman jagung yang dipanen adalah 20266 pohon (jarak tanam 0.75



Gambar 4. Posisi Silinder Perontok Terhadap Bidang Horizontal

$\times 0.25$). Dengan asumsi jumlah jagung per pohonnya adalah satu maka ada 20266 jagung/jam yang dipanen. Bobot rata-rata jagung yang dipanen adalah 0.42 kg/jagung maka total massa jagung adalah 8511 kg/jam. Rendemen pipilan adalah 70% dan *bulk density*-nya adalah 718 kg/m³, sehingga kapasitas volumetrik pipilan yang diangkut adalah 8.3 m³/jam (2.3×10^{-3} m³/detik). Diameter luar *screw* (d_{sp}) yang direncanakan adalah berukuran setengah dari diameter sangkar perontok sehingga diameternya 190 mm. Diameter dalam (d_{ss}) 60 mm, sehingga tinggi *screw* adalah 65 mm. Jarak *pitch*-nya dibuat 2 kali panjang d_{ss} sehingga nilainya 120 mm. Berdasarkan Persamaan 6 maka kecepatan putar konveyor (n_c) minimum adalah 0.75 rps (45 rpm). Artinya itu adalah kecepatan minimum yang harus dicapai agar jagung pipil dapat terangkut semuanya, maka apabila kecepatannya dibuat lebih tinggi itu akan lebih baik sehingga tidak akan terjadi penumpukan pada konveyor. Karena yang digunakan adalah transmisi sabuk dan puli maka agar mempermudah pemasangannya, besarnya rasio putaran konveyor terhadap silinder perontok dirancang $\frac{1}{2}$ nya sehingga kecepatan putar konveyor adalah 375 rpm. Desain konveyor ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Konveyor Tipe Screw Untuk Mengangkut Pipilan Jagung



Lubang Pemasukkan jagung
Landasan jagung
Jagung yang akan dirontokkan

Gambar 6. Set Up Pengujian Unit Perontok Jagung

2.4. Metode Pengujian Kinerja

Pengujian kinerja mesin dilakukan dengan mengumpankan sejumlah jagung berklobot ke lubang pengumpanan secara kontinyu menggunakan tangan. Setiap pengujian dilakukan sebanyak 2-3 kali ulangan. Pengujian kinerja dilakukan pada 2 variasi kecepatan putar yaitu 750 rpm dan 1000 rpm. Metode pengujian yang digunakan adalah evaluasi dan modifikasi sehingga ada beberapa perlakuan hasil modifikasi yang bertujuan untuk memperbaiki kinerja mesin. *Set up* mesin untuk pengujian disajikan pada Gambar 6.

Parameter kinerja yang diukur terdiri dari: (1) kapasitas pengumpanan; (2) kapasitas perontokan; (3) tingkat kebersihan; (4) persentase jagung tidak terontok dan (5) efisiensi perontokan. Kapasitas pengumpanan dihitung menggunakan Persamaan 7.

$$K_{pm} = \frac{m_p}{t_p} \quad (7)$$

Dalam hal ini K_{pm} adalah kapasitas pengumpanan (kg/jam), m_p adalah massa total jagung dengan klobot yang diumpankan (kg), t_p adalah waktu pengumpanan (jam). Selanjutnya kapasitas perontokan dihitung menggunakan Persamaan 8 seperti yang dilakukan oleh Patil *et al.* (2014).

$$K_{pk} = \frac{m_k}{t_k} \quad (8)$$

Dalam hal ini K_{pk} adalah kapasitas perontokan (kg/jam), m_k adalah massa jagung dan campurannya yang keluar dari lubang pipil (kg), t_k adalah waktu kerja perontokan (jam). Kemudian tingkat kebersihan pipil dihitung menggunakan Persamaan 9. Tingkat kebersihan merepresentasikan tingkat kemurnian pipil dari bagian jagung yang lain (tongkol dan klobot).

$$T_b = \frac{m_{jp}}{m_k} * 100\% \quad (9)$$

Dalam hal ini T_b adalah tingkat kebersihan (%), m_{jp} adalah massa jagung pipil (utuh dan rusak) yang keluar dari lubang pipil (kg). Selanjutnya persentase jagung tak terontok dan efisiensi perontokan dihitung menggunakan persamaan yang dipakai oleh Patil *et al.* (2014) dan Oriaku *et al.* (2014).

$$J_{tt} = \frac{m_{tt}}{m_{jp} + m_t} * 100\% \quad (10)$$

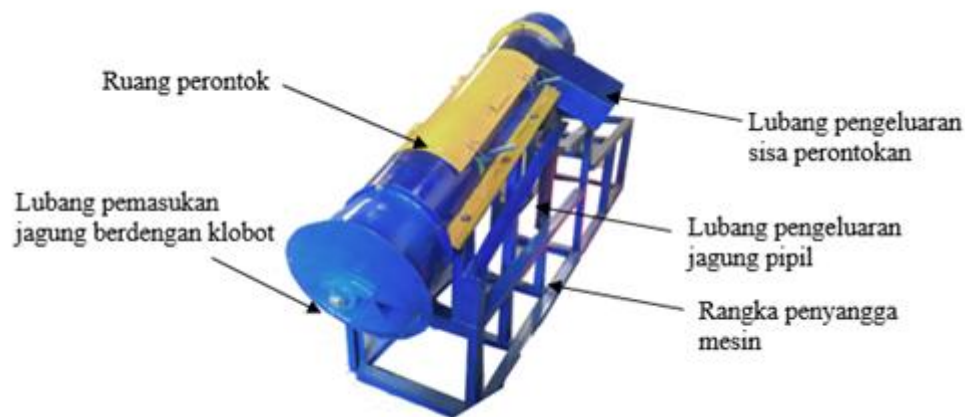
$$E_{fp} = (1 - J_{tt}) * 100\% \quad (11)$$

Dalam hal ini J_{tt} adalah persentase jagung tak terontok (%) dan m_{tt} adalah massa jagung pipil yang tak terontok (kg) dan E_{fp} adalah efisiensi perontokan (%). Keberhasilan dari kinerja unit perontok ini ditunjukkan dengan nilai efisiensi perontokan yang tinggi serta tingkat kebersihan pipil yang juga tinggi.

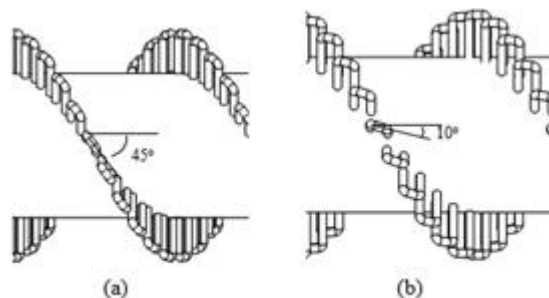
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Prototipe Unit Perontok Jagung

Prototipe unit perontok jagung untuk mesin pemanen jagung telah dibuat sesuai desain awal yang telah dibuat. Prototipe hasil desain awal ini disebut sebagai kondisi (A). Konstruksinya terdiri dari rangka, silinder perontok, sangkar perontok (*perforated cage*), konveyor jagung pipil serta cover. Prototipe dengan kondisi A dapat dilihat pada Gambar 7. Setelah pengujian prototipe kondisi A, dilakukan serangkaian



Gambar 7. Konstruksi dari Prototipe Unit Perontok Jagung



Gambar 8. Susunan Gigi Perontok Pada Silinder Perontok (a) Susunan Awal dan (b) Setelah Modifikasi

modifikasi untuk meningkatkan kinerjanya agar menjadi lebih baik. Modifikasi pertama diberi label kondisi B dan modifikasi kedua diberi label kondisi C.

Pengujian prototipe kondisi A hasilnya masih belum memuaskan sehingga dilakukan modifikasi pada silinder perontok. Bagian yang dimodifikasi adalah bagian gigi perontok yaitu posisi kaki gigi perontok yang awalnya searah alur *helix* (sudut 45°) diubah sudutnya menjadi 10° agar efek tumbukan yang terjadi lebih besar. Selain itu jarak antara silinder perontok dengan sangkar perontok diperkecil agar efek gesekan terjadi. Perubahannya adalah sangkar perontok dibuat menjadi mengerucut kebelakang sehingga jarak silinder ke dinding sangkar dari depan ke belakang mengecil (70 mm menjadi 50

mm). Seiring pengecilan jarak *clearance*-nya maka tinggi gigi perontok juga dibuat lebih pendek menjadi 60 mm (depan) dan pada 40 mm (belakang). Modifikasi ke-1 ini disebut dengan kondisi (B).

Pengujian prototipe kondisi A hasilnya masih belum memuaskan sehingga dilakukan modifikasi pada silinder perontok. Bagian yang dimodifikasi adalah bagian gigi perontok yaitu posisi kaki gigi perontok yang awalnya searah alur *helix* (sudut 45°) diubah sudutnya menjadi 10° agar efek tumbukan yang terjadi lebih besar. Selain itu jarak antara silinder perontok dengan sangkar perontok diperkecil agar efek gesekan terjadi. Perubahannya adalah sangkar perontok dibuat menjadi mengerucut kebelakang sehingga jarak silinder ke dinding sangkar dari



Gambar 9. Penambahan Plat Penahan pada Penutup Atas

Tabel 2. Spesifikasi dan Modifikasi Prototipe Unit Perontok Jagung

Komponen	Spesifikasi	Kondisi/keterangan		
		(A)	(B)	(C)
Silinder perontok	Diameter (cm)	22	22	22
	Panjang <i>pitch</i> (cm)	40	40	40
	Tipe	<i>double helix</i>	<i>double helix</i>	<i>double helix</i>
Gigi perontok	Jumlah <i>pitch</i> (<i>pitch/helix</i>)	1.5	1.5	1.5
	Posisi pemasangan	Searah alur <i>helix</i> (45°)	10° terhadap horizontal	10° terhadap horizontal
	Jumlah gigi perontok	52	52	52
	Tinggi gigi perontok (mm)	60 (seragam)	60 (tertinggi) - 40 (terendah)	60 (tertinggi) - 40 (terendah)
	Jari-jari sangkar (mm)	195 (seragam)	195 (depan) - 165 (belakang)	195 (depan) - 165 (belakang)
Sangkar perontok (<i>perforated cage</i>)	Jarak spasi lubang (mm)	14	14 (depan) - 11 (belakang)	14 (depan) - 11 (belakang)
	Penutup atas	Tanpa penahan	Tanpa penahan	Tambahan plat penahan

depan ke belakang mengecil (70 mm menjadi 50 mm). Seiring pengecilan jarak *clearance*-nya maka tinggi gigi perontok juga dibuat lebih pendek menjadi 60 mm (depan) dan pada 40 mm (belakang). Modifikasi ke-1 ini disebut dengan konsidi (B).

Modifikasi tersebut membuat kinerja mesin jauh lebih baik meskipun masih belum maksimal dikarenakan ada indikasi jagung yang lewat pada bagian atas tidak terontok akibat ada jarak yang cukup besar (30 mm), sehingga modifikasi terakhir adalah dengan menambah plat pengarah sekaligus penahan pada penutup atas agar *clearance* antara silinder perontok dengan penutup atas juga menjadi kecil yaitu 10 mm (Kondisi C). Perubahan dapat dilihat pada Gambar 9.

3.2. Kinerja Unit Perontok Jagung

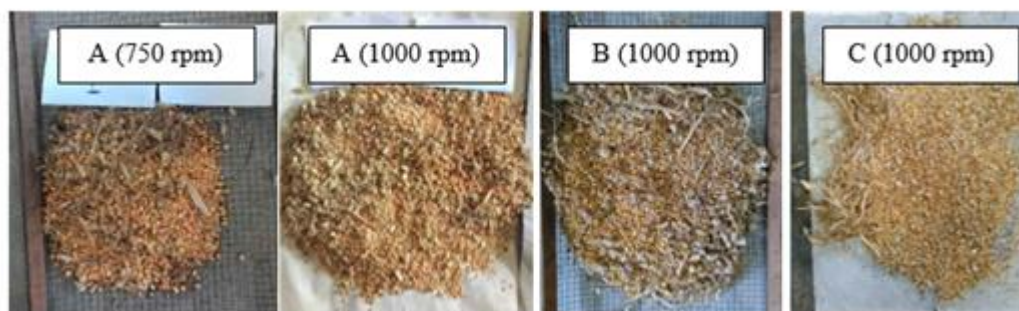
Pada saat pengujian, pengumpanan jagung ke lubang perontok masih menggunakan tenaga manusia (belum dipasangkan ke unit pemetik) sehingga debit pengumpanan kurang cepat dibandingkan dengan target desain awal (8511 kg/jam). Posisi sebelum pengujian perontokan jagung disajikan pada Gambar 10, sementara hasil pengujian kinerja dari prototipe unit perontok jagung pada berbagai kondisi dapat dilihat pada Tabel 3. Kapasitas perontokan saat pengujian sebesar 358.28 kg/jam dengan kapasitas pengumpanan jagung rata-rata 420.05 kg/jam.

Tabel 3. Kinerja Prototipe Unit Perontok Jagung

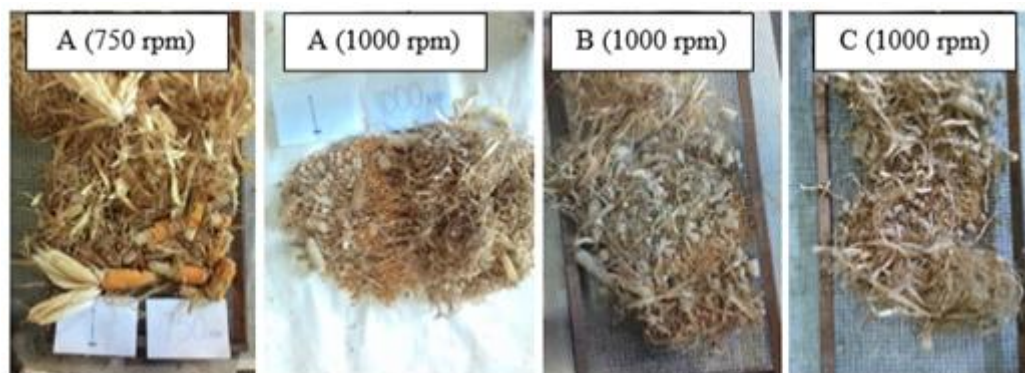
Parameter	(A)		(B)	(C)
	750 rpm	1000 rpm	1000 rpm	1000 rpm
Tingkat kebersihan pipilan (%)	89.32	91.40	89.35	90.68
Persentase jagung tak terontok (%)	39.55	33.78	9.98	6.25
Efisiensi perontokan (%)	60.45	66.22	90.02	93.75



Gambar 10. Pemasangan Jalur untuk Pengumpanan Jagung



Gambar 11. Jagung Hasil Perontokan



Gambar 12. Sisa Perontokan Jagung

Pada pengujian prototipe pertama (A), hasil kinerjanya tidak begitu baik karena hanya mampu mencapai nilai efisiensi sebesar 60.45% pada kecepatan putar 750 rpm dan 66.22% pada kecepatan putar 1000 rpm. Penyebabnya adalah kesalahan pada konstruksi bagian perontok jagung dan terlalu besarnya *clearance* antara dinding silinder dengan sangkar perontok (*perforated cage*). Atas dasar tersebut, maka modifikasi dan perbaikan dilakukan. Kinerja setelah modifikasi-1 (B) menunjukkan hasil yang jauh lebih baik dimana efisiensi perontokannya mencapai 90.02% dan tingkat kebersihan mencapai 89.35%. Namun karena efisiensi perontokannya masih kurang maksimal, selanjutnya dilakukan modifikasi terakhir dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi perontokannya. Hasil modifikasi terakhir (C) menunjukkan kinerja yang lebih baik dimana efisiensi perontokannya mencapai 93.75% dan tingkat kebersihan sebesar 90.68% sehingga dapat dikatakan kinerja prototipe kondisi C ini yang paling optimum. Hasil keluaran dari lubang jagung pipil dan lubang sisa pembuangan mesin dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Prototipe unit perontok jagung untuk mesin pemanen jagung telah berhasil dirancang dan dibuat. Hasil yang diperoleh dari prototipe ini adalah dapat merontokkan jagung yang masih berklobot dan memisahkan jagung pipilan dari bagian jagung yang lain. Prototipe hasil modifikasi terakhir memiliki kinerja paling baik dengan spesifikasi: 1) Panjang silinder perontok 1.2 m; 2) diameter silinder perontok 220 mm; 3)

tinggi gigi perontok 50 mm (depan) dan 40 mm (belakang); 4) posisi gigi perontok 10° dari bidang horizontal; 5) radius sangkar perontok mengerucut ke belakang dari 195 mm menjadi 165 mm; 6) jarak spasi lubang 14 mm (terbesar) dan 11 mm (terkecil); dan 7) kecepatan putar silinder perontok 1000 rpm. Hasil efisiensi perontokan mencapai 93.75 %, persentase jagung tak terontok sebesar 6.25%, dan tingkat kebersihan 90.78%. sementara untuk kapasitas perontokan saat pengujian sebesar 358.28 kg/jam dengan kapasitas pengumpanan jagung rata-rata 420.05 kg/jam.

4.2. Saran

Peningkatan hasil kinerja perontokan masih memungkinkan untuk ditingkatkan dengan cara melakukan evaluasi dan beragam modifikasi lebih lanjut terhadap silinder perontok baik penambahan jumlah gigi perontok atau panjang silinder perontok serta penambahan bagian *blower* untuk menghisap sisa perontokan jagung yang ringan. Selain itu perlu dilakukan uji kinerja unit perontok yang telah digabungkan dengan unit pemetik jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Barry, J. [penemu]. 2015. Threshing corn header with screw crop conveyors, Paten Amerika Serikat US 9974237B2. United States Patent Oktober 07, 2015.
- Chuan-udom, S. 2013. Operating factors of Thai threshers affecting corn shelling losses. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 35(1): 63–67.

- Cressoni, R [penemu]. 2011. Corn sheller machine equipped with blower means, Paten Spanyol ES 2566161T3. Patente Europea. Juli 26, 2011.
- Hermawan, W. 2017. Prototipe unit pemetik tongkol jagung untuk mesin pemanen jagung. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 5(3): 209–218.
- Kurniawan, A. Y. 2011. Analisis daya saing usahatani jagung pada lahan kering di kabupaten tanah laut kalimantan selatan. *Jurnal Agribisnis Perdesaan*, 1: 83–99.
- Lakshmi, R. K. S., Kumari, K. N., & Reddy, P. R. 2017. Corn germ meal (CGM) – potential feed ingredient for livestock and poultry in India - A Review. *International Journal of Livestock Research*, 7(8): 39–50.
- Lühli, L. [penemu]. 2009. Corn sheller, Paten China CN 101731066B. Chinese Patent. Desember 17, 2009.
- Nugroho, A. D., Nuryani, S., Utami, H., Yuslianti, Y., & Nurrokhmah, L. 2017. pelaksanaan program upaya khusus (upsus) swasembada pangan di kabupaten Wonosobo provinsi Jawa tengah. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1): 1–17.
- Oriaku, E. C., Agulanna, C. N., Nwannewuihe, H. U., & Onwukwe, M. C. 2014. Design and performance evaluation of a corn decobbing and separating machine. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 3(6): 127–136.
- Patil, S. B., Chendake, A. D., Patil, M. A., Pawar, S. G., Salunkhe, R. V., & Burkul, S. S. 2014. Development and performance evaluation of pedal operated maize sheller. *International Journal of Advanced Research*, 2(9): 561–567.
- Rasid, N. A., & Lanya, B. 2014. Modifikasi alat pemipil jagung semi mekanis. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2): 163–172.
- Redekop, L. [penemu]. 2008. Separating cobs from grain in a corn harvester, Paten Canada CA 2644959C. Canadian Patent. November 24, 2008.
- Sagita, D., Hermawan, W., & Setiawan, R. P. A. 2018. Desain dan kinerja mesin pemupuk tipe auger bertenaga traktor tangan untuk tanaman kedelai. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(2): 187–194.
- Singgih, V. A., & Sudirman, I. W. 2015. Pengaruh produksi , jumlah penduduk, PDB dan kurs dollar terhadap impor jagung Indonesia. *E-jurnal EP Unud*, 4(2), 71–79.
- Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P., & Buckmaster, D. R. 2006. *Engineering Principles of Agricultural Machines* (2nd ed.). Michigan: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Yuán, M. [penemu]. 2015. Corn harvester, Paten China CN 206333025U. Chinese Patent. Desember 17, 2015.

