

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 5, No. 3, Desember 2017



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. Mulai edisi ini redaksi memandang perlu untuk meningkatkan nomor penerbitan dari dua menjadi tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember berisi 12 naskah untuk setiap nomornya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam *invited paper* yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, *review* perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, *technical paper* hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta *research methodology* berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (me-review) Naskah pada penerbitan Vol. 5 No. 3 Desember 2017. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. I Made Supartha, MS.,PhD (Fakultas Teknologi Pertanian, Udayana), Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana, M.Agr (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Hj, Nurpilihan Bafdal, MSc (Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Ida Ayu Dwi Giriantari, PhD (Fakultas Teknik, Universitas Udayana), Prof.Dr.Ir. Kamaruddin Abdullah, MSA (Universitas Darma Persada), Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Andri Prima Nugroho, STP.,M.Sc (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr. Akhiruddin Maddu, MSi (Departemen Fisika, Institut Pertanian Bogor), Dr. Diding Suhandy, STP.,M.Agr (Fakultas Pertanian, Universitas Lampung), Dr.Ir. Chusnul Arief, STP.,M.Si (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Universitas Sriwijaya), Dr.Ir. Abdul Rozaq, DAA (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Gatot Pramuhadi, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Wayan Budiastra, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Muhammad Faiz Syaib, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Roh Santoso, BW.,MT (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, MSi (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rudiati Evi Masitoh, STP.,M.Dev.Tech, (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Sri Rahayoe, STP.,MP (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Gadjah Mada).

Technical Paper

Prototipe Unit Pemetik Tongkol Jagung untuk Mesin Pemanen Jagung

Prototipe of Corn Ears Picker Unit for Corn Harvesting Machine

Wawan Hermawan, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Email: w_hermawan@ipb.ac.id

Abstract

The purpose of this study was to design and test a corn ears picker unit in two rows of corn crops for locally made corn harvesters. The picker unit was designed to be able to harvest the corn ears from two rows of corn crops, and be able to feed the ears to the threshing unit. Snapping rolls mechanism was used for picking corn ears, and an auger mechanism was used for feeding the ears. Several models of the snapping rolls mechanism equipped with gathering conveyors were analyzed and tested, to get the best design. A prototype of the machine was constructed and then tested by laboratory-scale experimental methods. The prototype was operated in a stationary condition, while 25 cm spaced corn stalks with corn ears were moved forward and fed to the picker unit. The test results showed that the picker unit could successfully harvest corn ears with 100% picking efficiency, and 100% gathering-feeding efficiency.

Keywords: *Corn ears picker, corn harvester, gathering conveyors, prototype, snapping rolls*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menguji unit pemetik tongkol jagung dalam dua baris tanaman jagung untuk mesin pemanen dan perontok jagung buatan lokal. Unit pemetik dirancang untuk bisa memetik tongkol jagung dari batang tanamannya pada dua baris tanaman jagung, dan bisa mengumpulkan tongkolnya ke unit perontok. Mekanisme *snapping rolls* digunakan untuk memetik tongkol jagung, dan mekanisme ulir digunakan untuk mengumpulkan tongkolnya. Beberapa model mekanisme *snapping rolls* yang dilengkapi rantai penarik telah dianalisis dan diuji, untuk mendapatkan desain terbaik. Sebuah prototipe mesin dibuat dan kemudian diuji dengan metode eksperimen skala laboratorium. Prototipe ini dioperasikan dalam kondisi stasioner, sementara batang tanaman jagung yang memiliki tongkol jagung, yang dipasang dengan spasi antar batang 25 cm, digerakkan maju dan diumpankan ke unit pemetik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa unit pemetik berhasil memetik tongkol jagung dengan efisiensi pemetikan 100%, dan efisiensi pengumpulan-pengumpanan 100%.

Kata Kunci: Konveyor penarik, pemanen jagung, pemetik tongkol jagung, prototipe, *snapping rolls*

Diterima : 09 November 2017; Disetujui: 29 November 2017

Pendahuluan

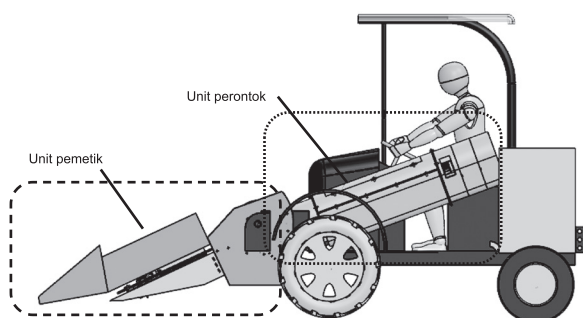
Pemerintah melalui Kementerian Pertanian memiliki program upaya khusus (upsus) swasembada pangan 2015-2017 dengan fokus tiga komoditas, yakni padi, jagung, dan kedelai (Listiyarini, 2015). Segala strategi dan upaya dilakukan untuk peningkatan luas tanam dan produktivitas di daerah-daerah sentra produksi pangan, termasuk aplikasi mekanisasi untuk budidaya dan panen. Di beberapa daerah produsen jagung di Indonesia, kegiatan pengolahan tanah dan penanaman jagung telah menggunakan mesin. Namun demikian, dalam hal pemanenan jagung

masih dilakukan secara manual yang kapasitasnya rendah, membutuhkan banyak tenaga kerja, dan tidak dapat langsung mendapatkan jagung pipilan. Mekanisasi pemanenan jagung dapat dilakukan menggunakan sebuah mesin kombinasi pemanen dan perontok jagung yang berkapasitas besar. Mesin jenis ini telah dikembangkan dan digunakan di beberapa negara maju di luar negeri (Pishgar-Komleh *et al.*, 2013, Li *et al.*, 2016).

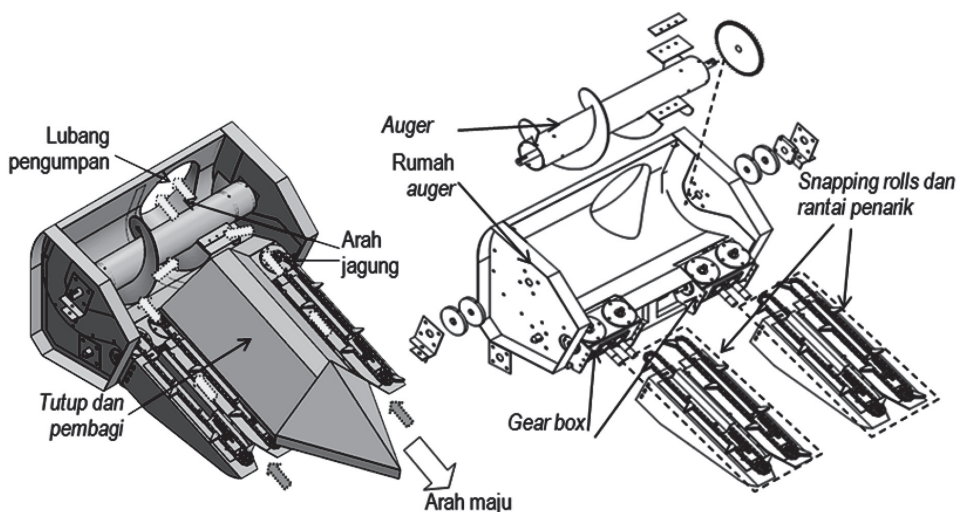
Di luar negeri desain mesin pemanen juga telah dipatenkan oleh Hitchcock (1944), Meier *et al.* (1984), dan Rottinghaus (2012). Unit pemetik jagung yang telah dikembangkan di luar negeri antara lain seperti yang dikembangkan oleh Dow (1989)

berupa *Corn ear cutter machine*, Rieck (2009) berupa *Auger stripper assembly for a combine corn head*, Frischer (1980) berupa *Corn head snapping rolls*, dan Calmer (2007) berupa *Stalk roll*. Mesin pemanen tersebut harus diimpor dengan harga yang mahal (lebih dari 400 juta rupiah).

Untuk mengembangkan mesin pemanen jagung di dalam negeri, yang mampu dibuat oleh industri atau bengkel lokal dan yang sangat sesuai dengan kondisi tanaman jagung dan cara budidaya jagung di Indonesia, diperlukan desain secara bertahap. Pemanen jagung memiliki dua proses utama, yaitu 1) pemetikan tongkol jagung dan 2) perontokan jagung. Mekanisme pemetikan tongkol jagung yang populer adalah menggunakan *snapping rolls* yang dapat memetik tongkol jagung untuk selanjutnya diumpankan ke unit perontok. Dengan cara ini, beban kerja unit perontok lebih ringan, bila dibandingkan dengan memasukkan semua batang dan tongkol jagung ke unit perontok. Unit pemetik jagung perlu dikembangkan dengan penyesuaian pada ukuran batang tanaman jagung, posisi tongkol jagung pada batangnya, ukuran tongkol jagung dan jarak tanam jagung yang ada di Indonesia. Demikian juga konstruksinya perlu disesuaikan dengan bahan konstruksi yang tersedia di Indonesia dan dengan metode pembuatan yang sederhana sehingga bisa dibuat oleh bengkel atau industri lokal. Unit



Gambar 1. Konsep mesin pemanen jagung dengan: unit pemetik dan unit perontok.



Gambar 2. Desain konseptual unit pemetik tongkol jagung.

pemetik jagung didesain agar mampu menarik dan melepaskan tongkol jagung dari batang tanaman jagung serta harus mampu mengarahkan dan mengumpulkan jagung ke unit perontok.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain dan menguji unit pemetik tongkol jagung dalam dua baris tanaman jagung dan mengumpulkannya ke unit perontok, untuk mesin pemanen dan perontok jagung buatan lokal.

Bahan dan Metode

Desain Unit Pemetik Tongkol Jagung

Unit pemetik jagung yang didesain merupakan bagian depan (*header*) dari mesin pemanen jagung dengan konsep: pemetikan tongkol jagung oleh unit pemetik dan dikombinasikan dengan perontokan jagung oleh unit perontok, sehingga diperoleh jagung pipilan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Konsep unit pemetik menggunakan prinsip pemetikan tongkol dengan sepasang *snapping rolls*, di mana tongkol ditarik oleh rantai penarik, lalu diarahkan ke bagian *auger conveyor* untuk selanjutnya diumpankan ke unit perontok melalui lubang pengumpan pada dinding belakang rumah *auger* (lihat Gambar 2). Unit pemetik didesain untuk memanen dua barisan tanaman jagung dalam satu lintasan. Jarak antar barisan tanam yang digunakan adalah 75 cm (berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dan standar umum jarak tanam jagung di Indonesia (Effendi, 1979)). Target kecepatan maju adalah 5 km/jam, sehingga secara teoritis kapasitas pemanenannya adalah 0.38 ha/jam.

Analisis Kinematika *Snapping Rolls*, Rantai Penarik dan Auger

Silinder *snapping rolls* harus mampu menarik batang tanaman jagung (ke arah bawah) dalam waktu antara dari satu tanaman ke tanaman berikutnya. Berdasarkan Gambar 3(a), panjang batang tanaman jagung yang harus ditarik oleh

Tabel 1. Hasil simulasi ukuran panjang *snapping rolls* dan kecepatan putarnya.

l_{sr} (m)	p_{hsr} (m)	t_{tsr} (s)	v_{sr} (m/s)	ω_{sr} (rad/s)	n_{sr} (rpm)
0.2	0.18	0.118	14.17	272.44	2602.89
0.4	0.36	0.261	6.38	122.60	1171.30
0.6	0.54	0.392	4.25	81.73	780.87
0.8	0.72	0.523	3.19	61.30	585.65
1	0.9	0.654	2.55	49.04	468.52

snapping rolls (h_{ta}) dapat dihitung menggunakan data tinggi tanaman jagung total h_t dan ketinggian posisi *snapping rolls* dari permukaan tanah h_{sr} dengan Persamaan (1).

$$h_{ta} = h_t - h_{sr} \quad (1)$$

Berdasarkan Gambar 3(b), bila panjang *snapping rolls* l_s dan sudut kemiringannya α maka panjang horizontal *snapping rolls* (p_{hsr}) dapat dihitung dengan Persamaan (2).

$$P_{hsr} = l_{sr} \times \cos \alpha \quad (2)$$

Selanjutnya waktu tempuh dari batang tanaman jagung dari ujung depan *snapping rolls* ke pangkal *snapping rolls* (t_{tsr}) dapat dihitung dengan Persamaan (3). Dalam waktu (t_{tsr}) ini *snapping rolls* harus dapat menyelesaikan penarikan batang tanaman jagung sepanjang (h_{ta}), dan bila slip penarikan sebesar (S_t), maka kecepatan linier dari putaran *snapping rolls* (v_{sr}) dapat dihitung dengan Persamaan (4).

$$t_{tsr} = \frac{P_{hsr}}{v_m} \quad (3)$$

$$v_{sr} = \frac{h_{ta}}{t_{tsr} (1 - S_t)} \quad (4)$$

Selanjutnya bila jari-jari *snapping rolls* r_{sr} , maka kecepatan sudut (ω_{sr}) dan kecepatan putar *snapping rolls* (n_{sr}) dapat dihitung dengan Persamaan (5) dan (6).

$$\omega_{sr} = \frac{v_{sr}}{r_{sr}} \quad (5)$$

$$n_{sr} = \frac{\omega_{sr}}{2\pi} \times 60 \quad (6)$$

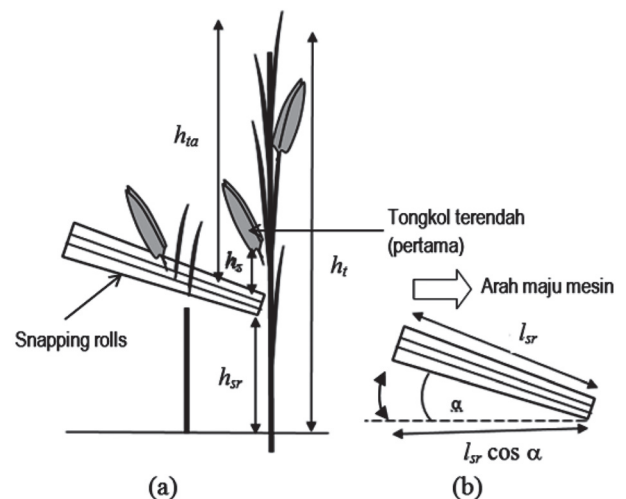
Dari hasil pengukuran di lapangan: tinggi tanaman jagung rata-rata sebesar 210 cm, tinggi tongkol pertama dari permukaan tanah yaitu 70-90 cm. Bila jarak spasi sebagai awalan penarikan batang tanaman jagung sebelum mematahkan tangkai tongkol jagung sebesar 10 cm (h_s), maka tinggi *snapping rolls* (h_{sr}) direncanakan 60 cm. Dengan menggunakan Persamaan (1) maka

diperoleh panjang batang tanaman jagung yang ditarik *snapping rolls* (h_{ta}) 150 cm.

Selanjutnya ukuran panjang *snapping rolls* (l_{sr}) dan kecepatan putarnya dapat disimulasikan menggunakan Persamaan (2) sampai (6), yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 1. Dalam simulasi ini digunakan ukuran jari-jari *snapping rolls* sebesar 4.8 cm.

Mengacu pada panjang *snapping rolls* yang banyak digunakan pada mesin pemanen jagung (40-60 cm), dalam desain ini dipilih yang lebih pendek yaitu 40 cm (0.4 m). Bila sudut kemiringan (α) 25° , maka dengan Persamaan (2) diperoleh panjang horizontal *snapping rolls* (p_{hsr}) 0.36 m. Selanjutnya, jika kecepatan maju mesin 5 km/jam (1.39 m/s) maka dengan Persamaan (3) diperoleh waktu tempuh tanaman jagung melintasi dari ujung hingga pangkal batang *snapping rolls* (t_{tsr}) 0.261 sekon. Ketika *snapping rolls* menarik batang tanaman jagung diasumsikan terjadi slip penarikan sebesar 10 % maka kecepatan linier dari putaran *snapping rolls* (v_{sr}) sebesar 6.38 m/s. Dengan menggunakan Persamaan (5) dan (6), maka kecepatan sudut (ω_{sr}) 122.60 rad/s atau kecepatan putaran *snapping rolls* (n_{sr}) 1171 rpm.

Ketika mesin maju dengan kecepatan sebesar v_m tanaman jagung tidak rebah ke depan atau ke belakang, sehingga kecepatan relatifnya terhadap



Gambar 3. Skema sistem pemetikan jagung yang dirancang.

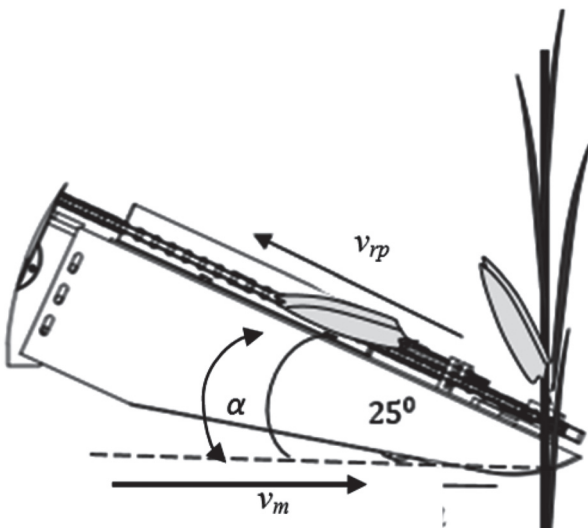
gerakan rantai penarik adalah 0. Berdasarkan Gambar 4, kecepatan linier rantai penarik (v_{rp}) dapat dihitung dengan Persamaan (7).

$$v_{rp} = \frac{v_m}{\cos \alpha} \tag{7}$$

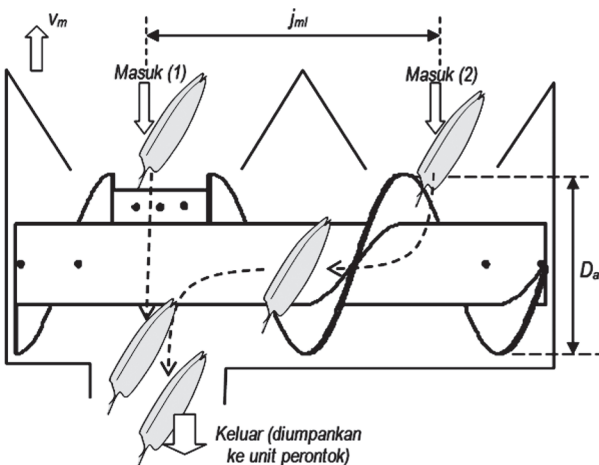
Dengan kecepatan maju mesin (v_m) 1.39 m/s maka diperoleh kecepatan linier rantai penarik (v_{rp}) 1.53 m/s. Selanjutnya bila direncanakan *pitch* rantai adalah (p) dan jumlah gigi *sprocket* penggerak rantai adalah (n_s) maka kecepatan putar *sprocket* penggerak rantai penarik (n_{rp}) dapat dihitung dengan Persamaan (8).

$$n_{rp} = \left(\left(\frac{v_{rp}}{p} \right) / n_s \right) \times 60 \tag{8}$$

Desain ini menggunakan rantai *double pitch* dengan *pitch* (p) 25.4 mm dan *sprocket* dengan jumlah gigi (n_s) 8 gigi ganda (16 gigi *single pitch*), maka dengan menggunakan Persamaan (8) diperoleh kecepatan putar *sprocket* penarik (n_{rp}) 450 rpm.



Gambar 4. Diagram arah penarikan tongkol oleh rantai penarik.



Gambar 5. Skema mekanisme auger yang dirancang.

Auger harus mampu membawa dan mengumpankan tongkol jagung yang telah dipetik menuju unit perontok dengan kapasitas masukan 2 alur panen. Proses masuknya jagung dari lubang masuk hingga diumpankan ke luar menuju lubang pengumpanan ke unit perontok ditunjukkan pada Gambar 5. Bila diameter *screw auger* (D_a) dan kecepatan maju mesin (v_m) maka waktu tempuh tongkol jagung dari ujung depan ke belakang *screw auger* (t_a) dapat dihitung dengan Persamaan (9).

$$t_a = \frac{D_a}{v_m} \tag{9}$$

Bila posisi lubang pengumpanan ke unit perontok berada pada jarak j_{ml} ke posisi barisan tanaman terjauh, maka tongkol jagung dari barisan tanaman terjauh harus diangkat dalam waktu t_a ke lubang pengumpanan tersebut. Tongkol jagung yang digeser oleh *auger flight* akan mengalami slip sebesar S_a . Dengan demikian kecepatan linier *auger* (v_{la}) dapat dihitung dengan Persamaan (10).

$$v_{la} = \frac{j_{ml}}{(1 - S_a) \times t_a} \tag{10}$$

Dengan mempertimbangkan ukuran pipa poros auger dan ukuran tongkol jagung, direncanakan diameter *auger* (D_a) sebesar 368 mm. Dengan kecepatan maju mesin (v_m) sebesar 1.38 m/s maka dengan Persamaan (9) diperoleh t_a 0.27 sekon, dan bila j_{ml} 60 cm serta diasumsikan slip tongkol jagung pada *auger* 5%, maka dengan Persamaan (10) diperoleh v_{la} 2.37 m/s. Bila *pitch screw auger* adalah p_a maka kecepatan putar *auger* (n_a) dapat dihitung dengan Persamaan (11).

$$n_a = \frac{60 \times v_{la}}{p_a} \tag{11}$$

Auger yang direncanakan memiliki *pitch* standar yang sama dengan ukuran diameter *augernya* (p_a) yaitu 368 mm. Dengan Persamaan (11) diperoleh kecepatan putar *auger* (n_a) 386 rpm.

Desain Sistem Transmisi Penggerak Snapping Rolls Rantai Penarik dan Auger

Snapping rolls dan rantai penarik digerakkan secara bersamaan oleh poros penggerak utama, menggunakan transmisi *bevel gears* yang disusun dalam sebuah *gear box* (Gambar 6). Poros *snapping rolls* berputar secara berlawanan arah begitu juga dengan poros sproket rantai penarik. Kecepatan putar poros input (*input shaft*) *gear box* direncanakan 750 rpm, dan kecepatan putar *snapping rolls* 1171 rpm, maka dipilih rasio gigi pasangan *bevel gears* yang digunakan 25:16. Bila diinginkan kecepatan putar poros *sprocket* rantai penarik 450 rpm, maka dipilih rasio gigi pasangan *bevel gears* yang digunakan 16:27. Desain *gear box* dapat dilihat pada Gambar 7.

Poros penggerak utama *gear box* diputar oleh poros *cross shaft* (Gambar 8) yang direncanakan

memiliki kecepatan putar 800 rpm. Untuk keperluan tersebut digunakan transmisi rantai-*sprocket* dengan rasio gigi 24 dan 26. Untuk memenuhi rasio putar dari poros *cross shaft* ke poros auger, maka jumlah gigi sproket yang digunakan yaitu gigi 22 (pada poros *cross shaft*) dan 60 (pada poros *auger*).

Bahan dan Metode Pengujian

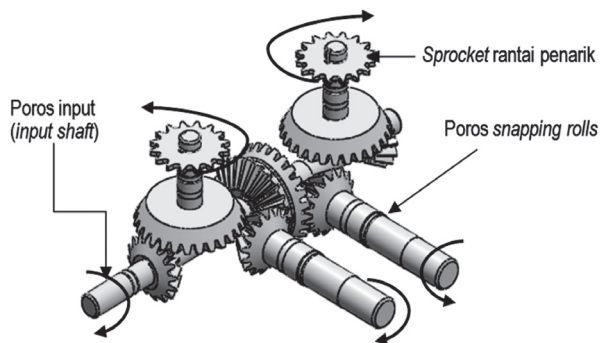
Untuk pengujian kinerja bagian auger, digunakan dua ukuran tongkol jagung yang dikelompokkan menjadi ukuran besar dan kecil. Spesifikasinya adalah: 1) ukuran besar yang memiliki panjang tongkol 27-35 cm, diameter tongkol 56-65 mm dan berat 350-450 g, dan 2) ukuran kecil yang memiliki panjang tongkol 20-26, diameter tongkol 45-55 mm dan berat 250-340 g. Untuk pengujian kinerja pemanenan digunakan batang tanaman jagung yang sudah berbuah dengan tongkol yang siap dipanen.

Uji kinerja *auger* dilakukan dengan mengumpukan jagung ke dalam *hopper pengumpan ke rumah auger* satu per satu. Jumlah tongkol jagung yang diumpukan tiap perlakuan

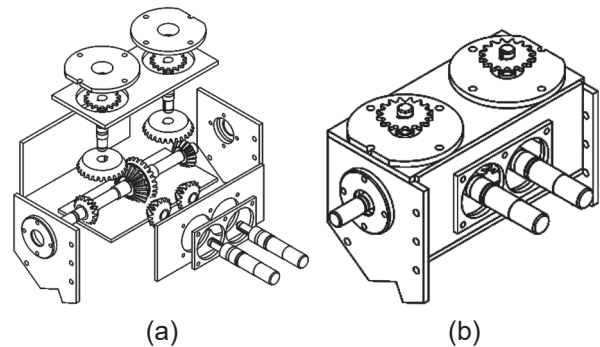
adalah 50 tongkol. Pengujian dilakukan dalam tiga tingkat kecepatan *auger* yaitu 1171 rpm, 450 rpm, dan 386 rpm. Pengujian dilakukan sebanyak 3 ulangan untuk masing-masing ukuran jagung dan kecepatan putar *auger*. Dalam setiap pengujian, dihitung jumlah tongkol yang berhasil disalurkan dan diumpukan ke lubang keluaran (J_{ts}), lalu dihitung efisiensi penyaluran (η_{su}) dengan rumus (12). Bila jumlah tongkol yang diumpukan ke *auger* J_{tu} maka:

$$\eta_{su} = \frac{J_{tu}}{J_{ts}} \times 100 \tag{12}$$

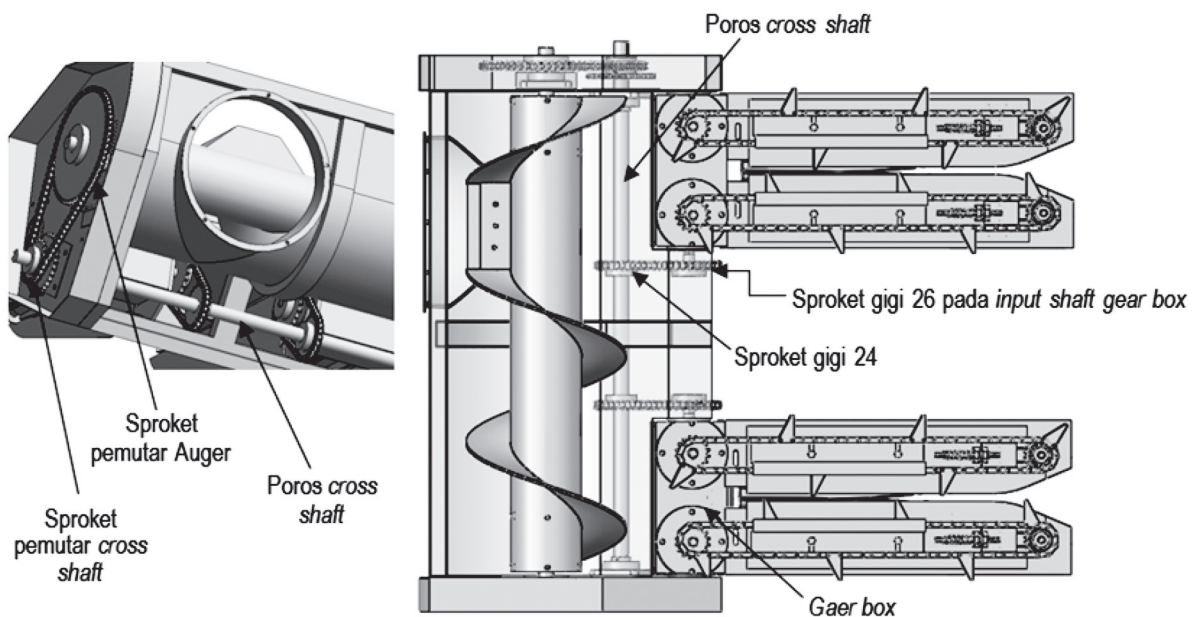
Pengujian kinerja pemetikan jagung dilakukan dengan memposisikan unit pemetik secara stasioner, dan tanaman jagung dipasang dalam barisan pada rangka tarik seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Batang-batang tanaman jagung yang siap dipanen dipasang/ditegakkan pada rel/ rangka dengan jarak antar tanaman 25 cm. Ada dua baris tanaman jagung yang dipasang dengan jarak antar baris 75 cm. Panjang rangka adalah 6 m dan ada 24 tanaman jagung per baris. Unit mesin pemetik diposisikan dengan ketinggian 60



Gambar 6. Susunan *bevel gears* dan mekanisme putar dan arah putaran pada *gear box*.



Gambar 7. Desain *gear box*: (a) tampak *exploded view*, (b) tampak isometri.



Gambar 8. Skema penyaluran putaran dari gearbox ke poros *cross shaft*

cm dari permukaan lantai, menggunakan rangka dudukan yang kokoh. Dalam pengujian, mesin pemetik digerakkan oleh motor listrik-1, lalu rangka tarik ditarik menggunakan tali baja yang ditarik oleh putaran puli pada motor listrik-2.

Untuk mendapatkan desain (bentuk dan ukuran) *snapping rolls* yang berkinerja baik dalam pemetaan, ada tiga jenis desain *snapping rolls* yang dicobakan seperti pada Gambar 10. Desain awal *snapping rolls* (Gambar 10(a)) menggunakan poros pipa berdiameter 43 mm dengan empat sirip dengan tinggi 24 mm. Jenis ke-2 menggunakan poros pipa berdiameter 50 mm, enam sirip lurus dengan tinggi 24 mm (Gambar 10(b)). Sementara jenis ke-3 merupakan modifikasi jenis ke-2 di mana siripnya berbentuk tirus dengan tinggi 28 mm sementara ke arah depan ditiruskan sampai tingginya menjadi 10 mm di ujung depan (Gambar 10(c)).

Pengujian untuk mendapatkan desain *snapping rolls* terbaik dilakukan pada kecepatan 1.39 m/s (5 km/jam). Adapun, untuk pengujian lengkap menggunakan *snapping rolls* terbaik, dan dilakukan

pada empat tingkat kecepatan maju tanaman jagung: 0.56 m/s, 0.83 m/s, 1.11 m/s dan 1.39 m/s (2, 3, 4 dan 5 km/jam). Dalam setiap pengujian, dihitung jumlah tongkol jagung yang dapat terpetik dan jumlah jagung yang tidak terpetik. Persentase keberhasilan pemetaan jagung η_{pt} dapat dihitung dengan Persamaan (13).

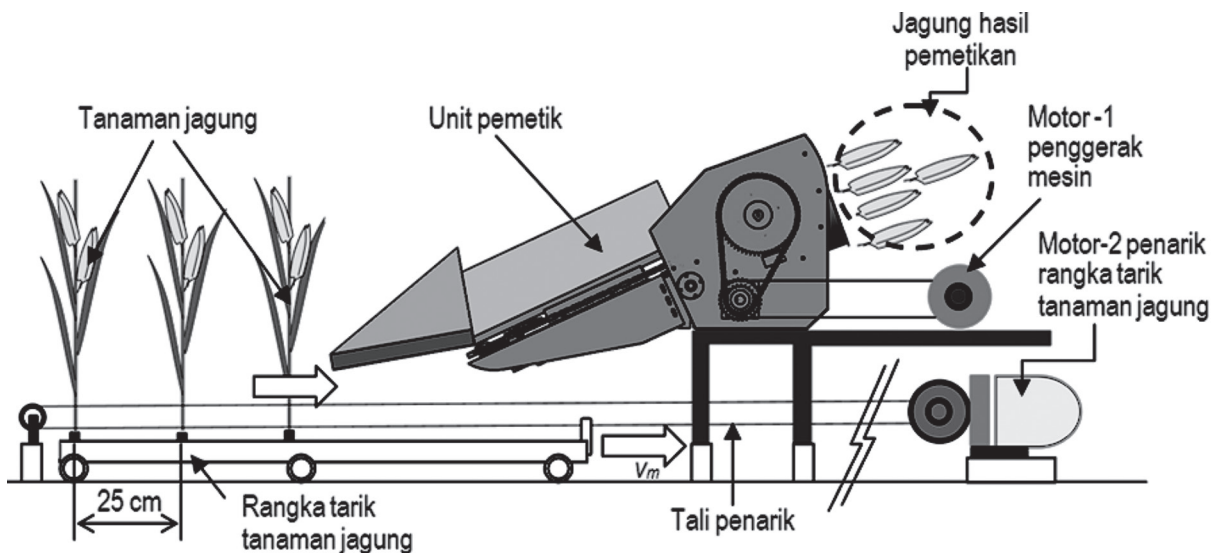
$$\eta_{pt} = \frac{n_p}{n_{tot}} \times 100 \tag{13}$$

Dalam hal ini n_p adalah jumlah tongkol jagung yang terpetik, dan n_{tot} adalah jumlah tongkol jagung keseluruhan yang diumpankan, yang ada pada tanaman jagung.

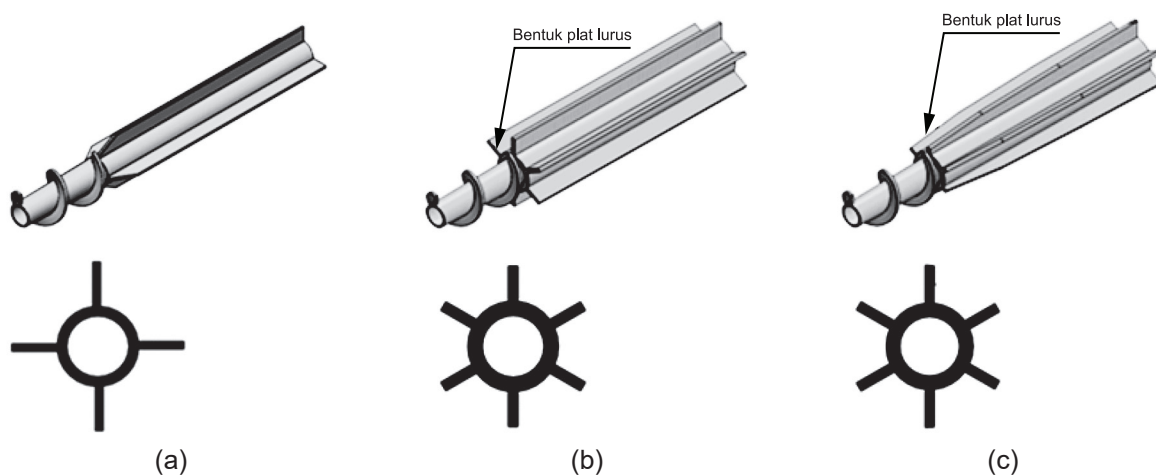
Hasil dan Pembahasan

Konstruksi Prototipe Mesin Pemetik Jagung

Prototipe unit pemetik tongkol jagung diperlihatkan pada Gambar 11. Konstruksinya tersusun atas beberapa bagian utama, yaitu: 1)



Gambar 9. Perlengkapan pengujian kinerja unit pemetik jagung.



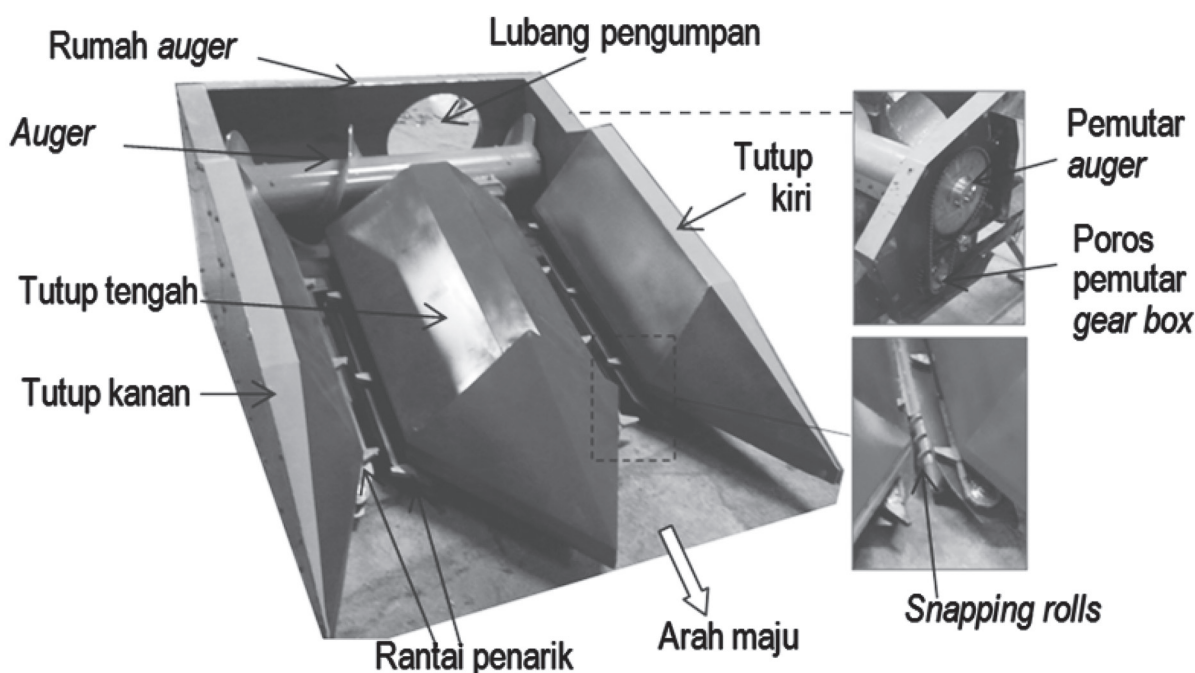
Gambar 10. *Snapping rolls* yang diuji: a) empat sirip, b) enam sirip, c) enam sirip tirus.

snapping rolls dan rantai penarik, 2) tutup mesin dan pengarah tanaman jagung, 3) *auger* pengumpul dan pengumpan, dan 4) sistem transmisi daya. Ada dua set *snapping rolls* dan rantai penarik yang dibuat untuk memanen dua barisan tanaman jagung dalam satu lintasan. Bagian *snapping rolls* diposisikan di depan sementara bagian *auger* di belakang *snapping rolls*. Sesuai dengan jarak antar barisan tanaman jagung yang ditargetkan dalam desain, kedua set *snapping rolls* ini diposisikan dengan jarak 75 cm.

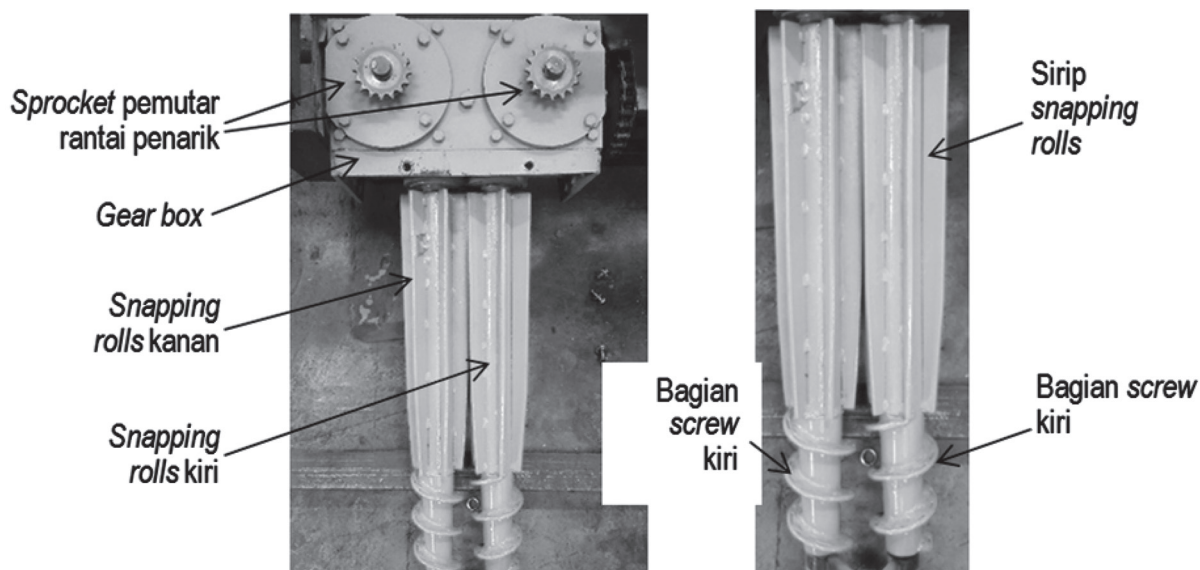
Konstruksi *snapping rolls* dan unit *gear box* pemutarnya disajikan pada Gambar 12. *Snapping rolls* ini merupakan hasil modifikasi dari desain awal, dimana siripnya ada 6 bilah dengan bentuk sirip tirus pendek di depan dan bertambah tinggi

ke belakang. Bagian poros *snapping rolls* dibuat menggunakan bahan pipa berdiameter luar 50 mm, sirip-sirip dibuat dengan bahan plat tebal 4 mm, tinggi sirip 28 mm di belakang dan 10 mm di depan (tirus), dan panjang 400 mm. Siripnya berjumlah 6 bilah dilas mengelilingi pipa dengan spasi sudut 60°. Di bagian depan *snapping rolls* terdapat *screw* tirus dengan poros berdiameter 45 mm, diameter luar ulir di ujung 35 mm, diameter ulir di dekat *snapping rolls* 72 mm, *pitch* ulir 72 mm, panjang *screw* 150 mm. Arah lilitan ulir putar kiri untuk *snapping rolls* kanan, sedangkan untuk *snapping rolls* kiri ulirnya putar kanan.

Konstruksi bagian rantai penarik dan posisinya diperlihatkan pada Gambar 13. Setiap rantai penarik dilengkapi 6 buah sudu dengan spasi 30.5 cm.



Gambar 11. Prototipe unit pemetik tongkol jagung.



Gambar 12. Konstruksi *snapping rolls* (hasil modifikasi) dan *gear box*.

Sudu-sudu pada rantai kiri dan kanan diposisikan berselang-seling. Sudu penarik dibuat dari plat baja tebal 3 mm dengan proses lipat dan dipasang pada dua pin rantai. Panjang sudu adalah 5 cm.

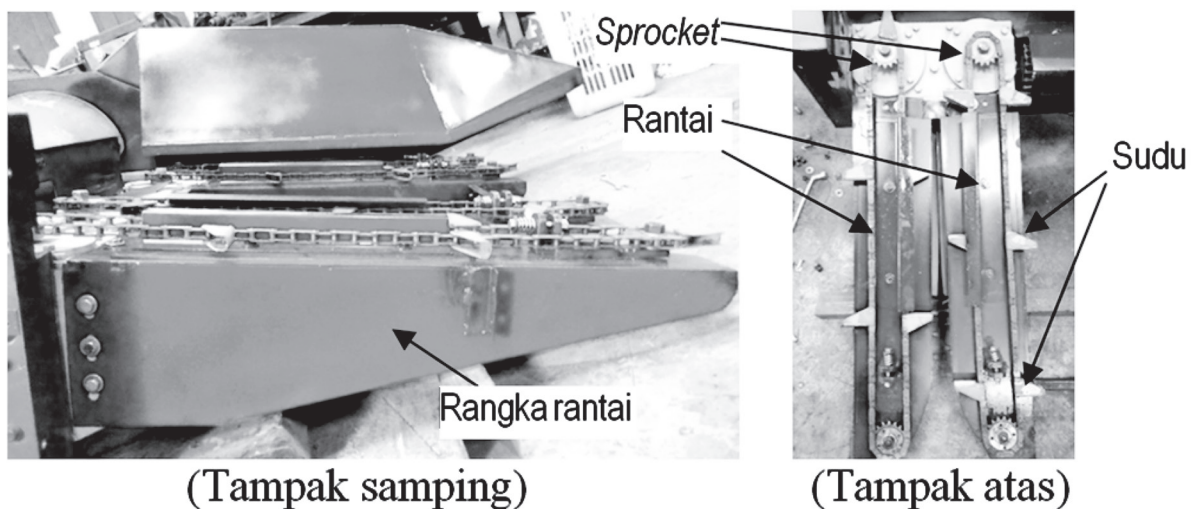
Konstruksi bagian *auger* tersusun atas *auger* dan rumahnya (Gambar 14). Poros *auger* dibuat dari pipa berdiameter 164 mm, panjangnya 1100 mm. Plat ulir dibuat dari plat baja tebal 3 mm dan di sepanjang tepi luarnya ditambah batang baja silinder berdiameter 6 mm, diameter luar ulir 368 mm. Arah putar ulir kiri untuk *auger* sebelah kanan lubang pengumpan (keluar) dan arah putar kanan untuk *auger* sebelah kiri lubang pengumpan. Plat ulir *auger* sebelah kiri lebih pendek dari yang kanan, dengan spasi selebar 200 mm dan dipasang plat pemukul dengan ujung berbahan plat karet.

Kinerja Unit Pemetik Jagung

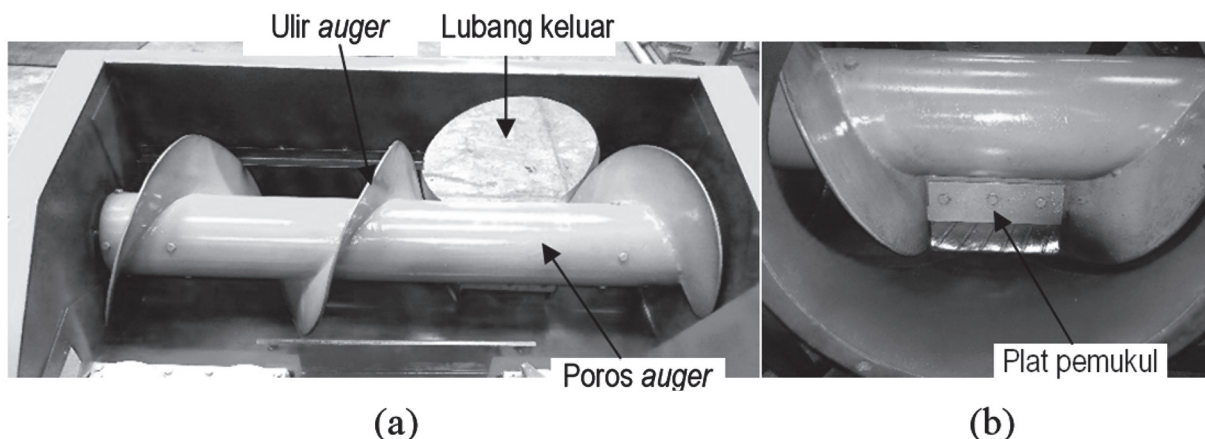
Hasil pengujian kinerja bagian *auger* secara mandiri yang pertama menunjukkan bahwa bagian *auger* dapat bekerja dengan baik, di mana efisiensi pengumpulan-pengumpanan tongkol jagung rata-rata mencapai 99.3% untuk tongkol ukuran besar, dan 98.6% untuk tongkol ukuran kecil. Ada beberapa tongkol jagung (1%) yang terpelempar ke

luar melalui bagian atas rumah *auger* yang terbuka, tidak berhasil masuk ke lubang keluar yaitu lubang pengumpan ke unit perontok. Namun, setelah rumah *auger* dimodifikasi dengan memasang siku penahan di bagian dinding rumah *auger* belakang, semua tongkol jagung (100%) dapat dikumpulkan dan diarahkan untuk masuk ke lubang pengumpan (untuk tongkol ukuran besar maupun kecil). Ada sebagian kecil tongkol jagung yang rusak akibat gesekan dan terjepit oleh bagian *auger* dan rumahnya. Untuk tongkol ukuran besar tongkol yang utuh (tidak patah) adalah 87.7%, sementara untuk tongkol ukuran kecil tongkol yang utuh adalah 89.9%. Hal ini dipengaruhi oleh karakter tongkol jagung yang digunakan dalam kondisi yang relatif basah dengan kadar air rata-rata bagian kelobot 22%, biji 47% dan tengah tongkol 56%. Kondisi ini membuat beberapa tongkol jagung patah karena terjepit. Tongkol yang patah ini, sebetulnya tidak akan menjadi masalah pada saat perontokan.

Hasil pengujian kinerja unit pemetik jagung dengan 4 jenis desain *snapping rolls* menunjukkan bahwa *snapping rolls* dengan enam sirip tirus menghasilkan persentase pemetikan tertinggi. Rataan tingkat keberhasilan pemetikan tongkol



Gambar 13. Konstruksi mekanisme rantai penarik.



Gambar 14. Konstruksi bagian *auger*: (a) *auger* tampak depan; (b) posisi plat pemukul.

jagung menggunakan *snapping rolls* 4 sirip, 6 sirip lurus, dan 6 sirip tirus berturut turut adalah: 76.4%, 83.2%, dan 100%. Dengan menggunakan *snapping rolls* 4 sirip sebagian batang tanaman jagung dan tongkol jagungnya tidak tertarik dengan sempurna oleh *snapping rolls* seperti terlihat pada Gambar 15(a), sehingga sebagian (14%) terjepit di antara rantai penarik, dan sebagian (7%) tongkol jagung yang terpental jatuh tidak masuk ke *auger*. Hal yang sama terjadi pada percobaan dengan *snapping rolls* 6 sirip lurus. Ada sekitar 11% tongkol dan batang tanaman terjepit dan sekitar 6% tongkol jagung terpental jatuh.

Sementara itu, unit pemetik dengan *snapping rolls* 6 sirip tirus berhasil memetik seluruh tongkol jagung yang ada pada batang tanaman jagung yang dicoba, dan tidak ada tongkol yang terjepit maupun yang terpental jatuh. Dengan sirip tirus, di depan ada spasi antar sirip *snapping roll* kiri dan kanan selebar 4 cm, sehingga batang jagung dapat masuk, namun semakin ke belakang semakin terjepit karena lebih sempit sehingga dapat tertarik dengan baik oleh sirip *snapping rolls*. Contoh tongkol jagung hasil pemetikan diperlihatkan pada Gambar 15(b). Hasil pemetikannya konsisten, dengan persentase 100% terpetik, pada keempat

tingkat kecepatan 0.56 m/s, 0.83 m/s, 1.11 m/s dan 1.39 m/s yang diujikan. Pada kecepatan lebih rendah waktu penarikan batang oleh *snapping rolls* lebih panjang, sehingga keberhasilan pemetikan lebih baik lagi. Dengan demikian, unit pemetik jagung dengan *snapping rolls* 6 sirip tirus berkinerja baik dalam memetik tongkol jagung pada kecepatan maju 2-5 km/jam.

Simpulan

Prototipe unit pemetik jagung untuk mesin pemanen jagung telah berhasil didesain, dibuat dan diuji coba. Konstruksi unit pemetik tersusun atas dua pasang *snapping rolls*, dua pasang rantai penarik, dan bagian *auger* serta sistem transmisi daya. Unit ini berkinerja baik dalam memetik tongkol jagung dari dua baris batang tanaman jagung yang dipanen. Bagian *auger* dapat membawa 100% tongkol jagung yang masuk dan mengumpankan ke lubang keluar (pengumpanan ke unit perontok). Unit pemetik dengan *snapping rolls* 6 sirip tirus dapat memetik 100% tongkol jagung dari batang tanaman jagung, pada kecepatan maju 2-5 km/jam.



(a)



(b)

Gambar 15. (a) Jagung terjepit pada percobaan *snapping rolls* 4 sirip, dan (b) contoh kondisi tongkol jagung hasil pemetikan pada percobaan *snapping rolls* 6 sirip tirus.

Daftar Pustaka

- Calmer, M. [penemu]. 2007. Stalk roll, Paten Amerika Serikat US 0266689. United States Patent. November 22, 2007.
- Dow, P.W. [penemu]. 1989. Corn ear cutter machine, Paten Amerika US 4845930. United States Patent. July 11, 1989.
- Effendi, S. 1979. Bercocok Tanam Jagung. Gema Penyuluhan Pertanian. Edisi November 1979. Dirjen Tanaman Pangan. Jakarta.
- Fischer, T.R. [penemu]. 1980. Corn head snapping rolls, Paten Amerika Serikat US 4233804. United States Patent. November 18, 1980.
- Li, Y., Tao, C., Zhe, Q., Kehong, L., Xiaowei, Y., Dandan, H., Bingxin, Y., Dongyue, Z., Dongxing, Z. 2016. Development and application of mechanized maize harvesters. *Int. J. Agric & Biol Eng.*, 9(3):15-28
- Listiyarini, T. 2015. Upsus pajale, program swasembada pangan tiga komoditas. <http://id.beritasatu.com/agribusiness/upsus-pajale-program-swasembada-pangan-tiga-komoditas/117383> [diakses 1 September 2017].
- Meier, H. [penemu]. 1984. Corn harvester, Paten Amerika Serikat US 4471788. United States Patent. January 8, 1984.
- Pishgar-Komleh, S.H., Keyhani1, A., Mostofi-Sarkari, M.R. and Jafari, A. 2013. Assessment and determination of seed corn combine harvesting losses and energy consumption. *Elixir Agriculture* 54(2013): 12631-12637.
- Rieck, S.T. [penemu]. 2007. Auger stripper assembly for a combine corn head, Paten Amerika Serikat US 7520117. United States Patent. August 16, 2007.
- Rottinghaus, R. [penemu]. 2012. Auger stripper arrangement for corn head, Paten Amerika Serikat US 8181434. United States Patent. May 22, 2012