

## **Kriteria Perancangan Mesin Panen Jagung Berdasarkan Karakteristik Fisik-Mekanik Tanaman Jagung Siap Panen**

### ***Corn Harvest Machine Design Based on Physical-Mechanical Characteristics Plant Ready to Harvest***

**Radite P.A.Setiawan\*<sup>1)</sup>, W. Hermawan<sup>1)</sup>, Agus Sutejo<sup>1)</sup>, Andriyana<sup>2)</sup>, Banyuaji<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Pengajar, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, FATETA, IPB.

<sup>2)</sup> Mahasiswa S1, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, FATETA, IPB.

\*e-mail: iwan\_radit@yahoo.com

#### **ABSTRACT**

*Development of the corn combine harvester is needed in support of food self-sufficiency program in particular Pajale program (Rice, Maize and Soybean). Currently the paddy harvesting machine (combine harvester) imported from China and Japan as well as adaptation of domestic rice harvest machines (such as Quick products) already known and introduced in the community either through the provision of government assistance programs as well as procurement by the private sector and farmer groups. However, research related to the development of the design of corn combine has not been done in Indonesia. Though the presence of corn harvester machine is needed. Corn combine introduced today is modified from rice harvesting machines (i.e. by CMG Ltd, BB-Mektan, etc.) but the reliability and performance is questioned because corn stalks are harder than in rice. The research in this paper is the basic and applied research to support the development of special designs corn harvester. Medium-term goal of this research is to support government programs, especially the corn commodity in Pajale program. The method used in this study was the measurement of the physical and mechanical properties of the plant and the corn associated with the processes in the corn harvesting machine. Measurements of these characteristics carried out in the field and in the laboratory. The physical characteristics are plant height, stem size, the number of plants per hole, planting distance. The corn physical characteristics include: high of cobs from the land, the length, diameter of the cobs. While the mechanical characteristics include tensile strength and compressive strength of the stems of plants, plant flexural strength, shear strength of the stems, tensile strength of the cobs, force to release the husk, force to thresh the corn, and the force to break the cobs.*

*Keywords: corn combine harvester, characteristic of maize plant, mechanical properties of maize*

Diterima : 28 Agustus 2016, disetujui : 05 September 2016

#### **PENDAHULUAN**

Pengembangan mesin panen jagung sangat diperlukan dalam mendukung program swasembada pangan khususnya program Pajale (Padi, Jagung dan Kedele). Saat ini mesin pemanen padi (*combine harvester*) impor dari China dan Jepang sudah mulai di perkenalkan di masyarakat petani baik melalui program pengadaan bantuan oleh pemerintah maupun oleh swasta.



Gambar 1. Mesin pemanen jagung modifikasi dari mesin combine harvester

Saat ini penelitian adaptasi dan modifikasi mesin panen padi jenis *combine harvester* tersebut juga telah dilakukan oleh Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Kementerian Pertanian di Serpong. Mesin pemanen padi tipe *combine harvester* bahkan telah di modifikasi menjadi mesin pemanen jagung yaitu dengan mengganti bagian pengarah, bagian atas *thresher* dan bagian penyaring, misalnya oleh PT Corin Mulia Gemilang (Gambar 1). Namun demikian karena bukan peruntukannya dikhawatirkan umur dan kinerja mesin tidak akan bertahan lama.

Pengembangan desain alat dan mesin untuk komoditi jagung di Indonesia umumnya baru pada tahap perontokan (*threshing*) saja yaitu mesin perontok jagung, baik perontok manual, maupun perontok bermesin. Sedangkan cara perontokannya ada tanpa klobot maupun perontokan dengan klobot.



(a)



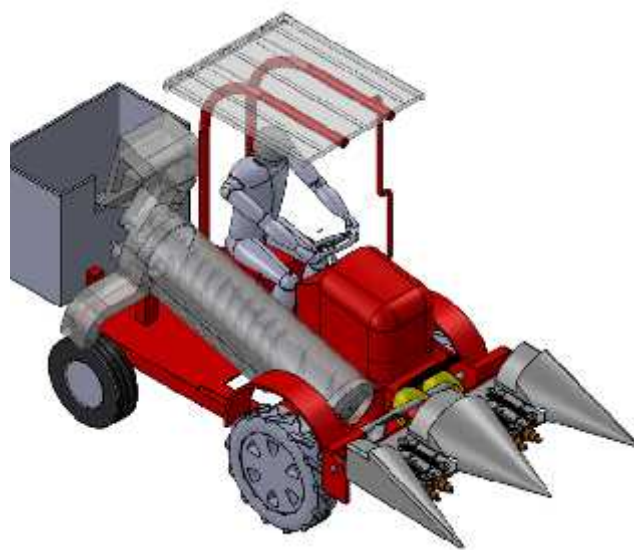
(b)

Gambar 2. Mesin perontok serbaguna : (a) untuk padi dan kedele, (b) untuk jagung

Jenis perontok jagung bermesin yang banyak ditemui di kabupaten-kabupaten produsen jagung di Lampung (kabupaten Lampung Timur Lampung Selatan, dsb) maupun di Jawa timur ( Kabupaten Kediri, *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian V Polinela 2016* 225

Nganjuk) dan sebagainya. Umumnya mesin tersebut merupakan mesin perontok serbaguna padi, kedele dan jagung. Untuk komoditi jagung bagian perontok dan penyaring bagian bawahnya berbeda untuk perontokan padi dan kedele, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Mesin pemanen jagung merupakan mesin yang kompleks, yang mempunyai banyak sekali bagian-bagian yang harus teruji keberhasilan mekanisme kerjanya. Suatu konsepsi mesin panen jagung yang kompak dan berpengerak sendiri (*self propelled*) seperti ditunjukkan pada Gambar 3, paling tidak mempunyai komponen utama berupa modul-modul antara lain: 1) modul pemotong batang, 2) modul pemisah batang dan buah, 3) modul pengarah buah hasil pemisahan ke bagian perontok, 4) modul perontokan, dan 5) modul pemisah hasil biji dan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data-data karakteris teknik berupa fisik dan mekanik dari tanaman dan buah jagung untuk mendukung pengembangan desain mesin pemanen jagung.



Gambar 3. Konsep suatu mesin panen jagung kompak

## **METODE**

Alat ukur untuk pengujian lapangan dan pengujian laboratorium yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tachometer digital, brigde box, portable strain meter, multimeter digital, slip ring, AD/C converter, stop watch, oven listrik suhu terkontrol, timbangan digital, 1 unit komputer dan software pengolah data.

### **Tahapan Penelitian dan Pengukuran data**

Tahapan penelitian adalah persiapan, perencanaan alat ukur, pembuatan alat ukur khusus, kalibrasi alat ukur, pengambilan sampel, pengujian laboratorium dan pengukuran di lapangan. Pengukuran di lapangan dilakukan di lahan jagung di daerah Majalengka dan lahan jagung di daerah Garut.

Pada penelitian ini parameter yang diukur di lapangan adalah tinggi pohon, tarikan batang pada jarak tarikan batang pada jarak 30 cm, diameter batang pada jarak 30 dan 40 cm, tinggi tongkol, jarak tanam, tahanan penetrasi tanah dan gaya pelepasan tongkol. Sedangkan pengukuran di laboratorium antara lain gaya tekan batang, ukuran buah jagung, gaya pelepasan klobot dan gaya pemipilan jagung. Diharapkan data-data tersebut dapat dipergunakan dalam perancangan bagian-bagian dari alat panen jagung yang meliputi bagian pengarah pohon, bagian memetik buah jagung, bagian pemisah buah jagung, bagian

pembawa buah jagung, bagian perontok jagung dan kedele, dan bagian pemisah hasil perontokan dan sampah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Budidaya Jagung

Jagung tidak membutuhkan persyaratan tanah yang ekstrim karena tanaman ini dapat ditanam hampir di semua macam tanah (Effendi 1979). Menurut pustaka, jarak tanam jagung tergantung pada varietasnya. Jarak tanam untuk jagung hibrida adalah  $75 \times 25$  cm atau  $75 \times 40$  cm (Sudadi dan Suryanto 2002). Namun demikian berdasarkan hasil survey di daerah Subang, Indramayu, Garut (Jawa barat) dan Nganjuk (Jatim) di tingkat petani jarak tanam antar baris tanaman bervariasi antara 56 sampai 106 cm, sedangkan jarak antar tanaman dalam larikan antara 26-59 cm.

Menurut Murni dan Arief (2008) pemanenan jagung dilakukan pada saat jagung telah berumur sekitar 100 hari setelah tanam tergantung dari jenis varietas yang digunakan. Menurut petani jagung di daerah Garut, Majalengka dan Nganjuk umur panen antara 95-110 hari, tergantung musim dan varietasnya. Bahkan ada tanaman jagung genjah seperti varietas Motoro Kiki (lokal Gorontalo), dapat dipanen pada umur 70-80 hari (BPIJ, 2015).

Menurut Sutarno (1995) tongkol jagung memiliki bentuk buah yang bundar dengan diameter 4-6 cm, sementara itu jumlah tongkol yang biasa dihasilkan jagung umumnya sekitar 1-2 buah (Sariubang dan Herniwati 2011) dan hasil pengukuran bobot biji per tongkol mencapai 94.42 gram (Sembiring 2007). Rendemen biji jagung dari tongkol jagung berdasarkan (Efendi et al. 2013) berkisar antara 77.3-79.9 % untuk varietas NK 99 dan Bisi 16 dengan kisaran produktivitas pipilannya antara 11.4-12.3 ton/ha. Ditingkat petani jumlah jagung per lubang bervariasi antara 1-4 tanaman per lubang tanam. Semakin banyak tanaman tongkol jagung semakin kecil. Hasil terbaik umumnya 2 tanaman per lubang, dengan produktivitas jagung bervariasi antara 8-10 ton/ha.

### Karakteristik Fisik Tanaman

Sample pengukuran-1 adalah Jagung ditanam di daerah pengunungan di daerah Majalengka, kondisi lahan kurang datar, varietas pioneer tongkol 2, kondisi takurnaman ang subur, saat pengukuran umur tanaman adalah 100 hari.

Sampel kedua adalah tanaman jagung di daerah garut yang ditanam di tanah yang relatip datar, umur 90 hari, varietas NK-33 biji satu kondisi jagung cukup bagus. Jarak tanam yang diinginkan oleh petani adalah  $40 \times 100$  cm. Jumlah rumpun bervariasi dari 1-4 tanamam per lubang tanam. Kondisi saat diukur cuaca cerah

#### a) Ukuran tanaman dan jarak tanam

Tabel 1 Ukuran dan jarak tanam jagung sampel-1

No.	Ukuran	Satuan	Minimum	Rataan	Maksimum	Std. Deviasi
1	Tinggi tanaman	cm	162	260,29	296	33,45
2	Tinggi posisi tongkol ke-1	cm	94	114,71	132	11,44
3	Tinggi posisi tongkol ke-2	cm	106	123,43	140	10,01
4	Diameter batang					
	a. Posisi 20 cm dari permukaan tanah	mm	17	21,43	28	2,79

No.	Ukuran	Satuan	Minimum	Rataan	Maksimum	Std. Deviasi
	b. Pada tongkol 1	mm	12	18,46	33	4,98
	c. Pada tongkol 2	mm	11	17,39	27	4,53
5	Jarak tanam					
	a. Antar baris	cm	56	67	84	6,70
	b. Antar tanaman	cm	26	36,2	52	7,32

Tabel 2 Ukuran dan jarak tanam jagung sampel-2

No	Ukuran	Satuan	Minimum	Rataan	Maksimum	Std. Deviasi
1	Tinggi tanaman	cm	180.0	226.1	250.0	14.0
2	Tinggi posisi tongkol	cm	70.0	96.2	108.0	11.2
4	Diameter batang					
	a. Posisi 30 cm dari permukaan tanah	mm	13.6	19.0	24.2	2.5
	b. Posisi 40 cm dari permukaan tanah	mm	14.0	19.1	25.0	2.4
5	Jarak tanam					
	a. Antar baris	cm	62.0	87.7	106.0	11.2
	b. Antar tanaman dalam baris	cm	30.0	44.3	59.0	8.5

b) Ukuran buah Jagung

Tabel 3. Tabel ukuran buah jagung sampel-1

No.	Ukuran	Satuan	Minimum	Rataan	Maksimum	Std. Deviasi
1	Berat jagung dan kelobot	g	318	404.4	480	53.58
2	Diameter jagung dan kelobot					
	a. Pangkal	mm	56	59.2	63.0	2.41
	b. Tengah	mm	52	56.2	51.3	3.04
	c. Ujung	mm	43	47.6	51.3	2.48
3	Panjang tongkol berkelobot	cm	32.5	35.3	41.5	2.54
4	Berat tongkol jagung tanpa kelobot	g	184.0	281.6	335	55.6
5	Diameter tongkol jagung					
	a. Pangkal	mm	53	54.9	56.5	1.322
	b. Tengah	mm	47.4	51.6	54.9	2.41
	c. Ujung	mm	30.5	42.4	46.8	6.004
6	Panjang tongkol tanpa gagang	cm	17.5	18.3	19.2	0.565

Tabel 4. Ukuran buah jagung sampel-2

Keterangan	Diameter (mm)			Panjang (cm)
	Atas	Tengah	Bawah	
Minimum	38.3	46.6	45.5	17.9
Rataan	49.7	57.5	57.5	29.6
Maksimum	59.0	63.7	67.5	36.4
Std deviasi	3.7	3.8	4.0	3.7

**Karakteristik Mekanik Tanaman Jagung**

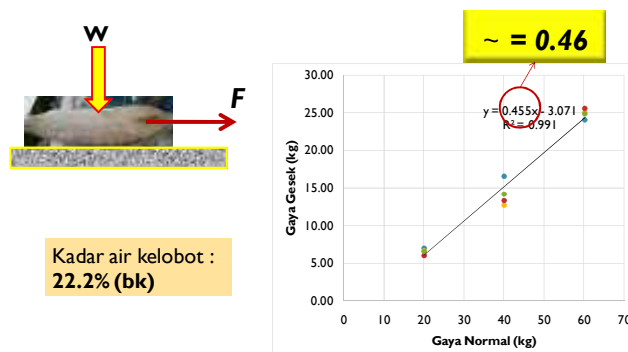
a) Gaya Tarikan Batang Jagung di lahan

Gaya tarikan kesamping diukur dengan timbangan tarik digital, sedangkan lendutan diukur menggunakan penggaris. Pada sampel-2, gaya tarikan batang jagung arah kesamping dilakukan pada ketinggian 30 cm dari tanah, disesuaikan dengan ketinggian potong saat pemanenan dengan mesin pemanen jagung.

Tabel 5. Gaya untuk mematahkan tongkol (kg)

No	Lendutan ke samping (cm)	Satuan	Minimum	Rataan	Maksimum	Std. Deviasi
1	3	Kg	0.8	2.8	8.0	1.3
2	6	Kg	1.6	4.1	9.5	1.7
3	9	Kg	1.9	4.7	10.0	1.8

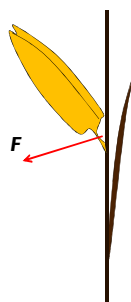
d) Gaya gesek klobot dan baja



Gambar 4. Gaya gesek antara klobot dan baja

b) Gaya untuk mematahkan tongkol (Kg)

Gaya untuk mematahkan tongkol diukur dengan menggunakan timbangan digital dengan cara menarik tongkol jagung ke arah samping di ilustrasikan pada Gambar 5.



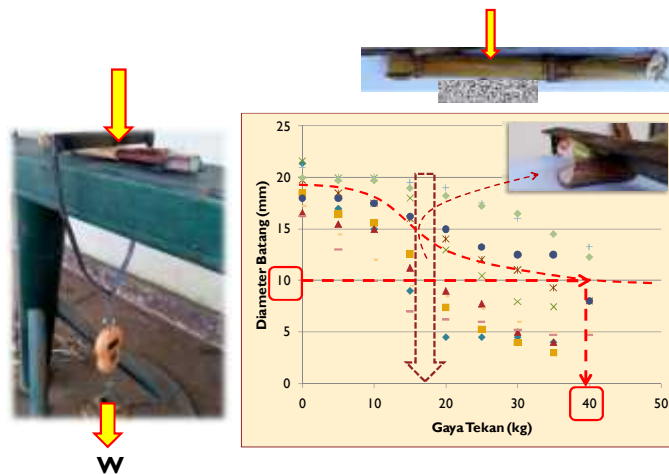
Gambar 5. Cara menarik tongkol jagung ke arah samping

Tabel 6. Gaya untuk mematahkan tongkol (kg)

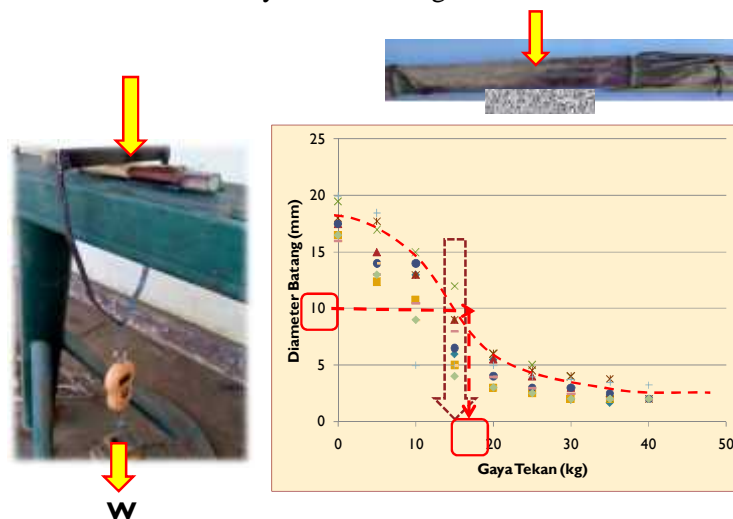
Keterangan	Sample-1	Sample-2
Rata-rata	4,9	4.40
Maksimum	9,2	9.10
Minimum	2,2	1.30
Std Deviasi	2,2	1.72

c) Gaya tekan dan perubahan diameter

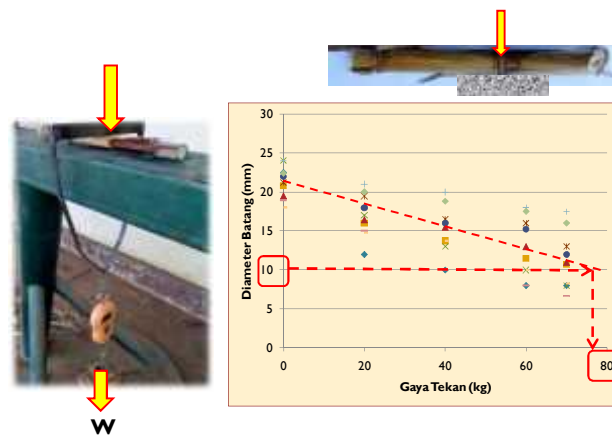
Variasi gaya tekan dan perubahan diameter batang jagung di antara ruas pada batang bawah, dan atas diukur dengan cara menarik batang tersebut dan mengukur perubahan diameter dan gaya tarik yang diperlukan, seperti diilustrasikan pada Gambar 6 dan 7. Sedangkan gaya tekan dan perubahan diameter tepat pada bagian ruas batang atas dan batang bawah ditunjukkan pada Gambar 8 dan 9.



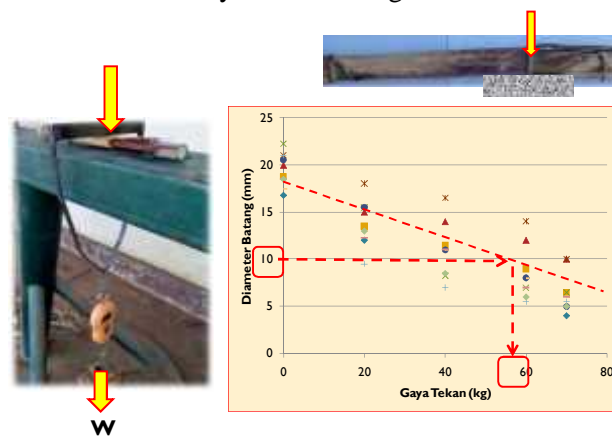
Gambar 6. Gaya tekan batang bawah antar ruas



Gambar 7. Gaya tekan batang atas antar ruas



Gambar 8. Gaya tekan batang bawah di ruas

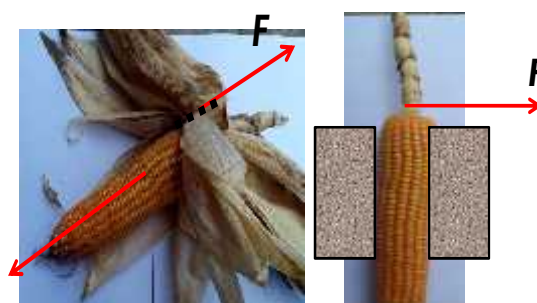


Gambar 9. Gaya tekan batas atas di ruas

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa gaya tekan dan perubahan diameter pada batang jagung antar ruas dapat dimodelkan dalam kurva S (sigmoid) sedangkan hubungan antara gaya tekan dan perubahan diameter pada ruas batang jagung dapat dimodelkan secara linier.

e) Gaya melepas klobot dan tangkai tongkol

Gaya untuk melepas kelobot diukur dengan cara menarik kelobot dari buah jagung sehingga terlepas dari tongkolnya. Sedangkan gaya melepas tongkol adalah gaya yang diperlukan untuk mematahkan tangkai dari tongkol jagung dengan cara menarik tangkai ke arah samping seperti diilustrasikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Ilustrasi cara menarik klobot dan mematahkan tangkai tongkol

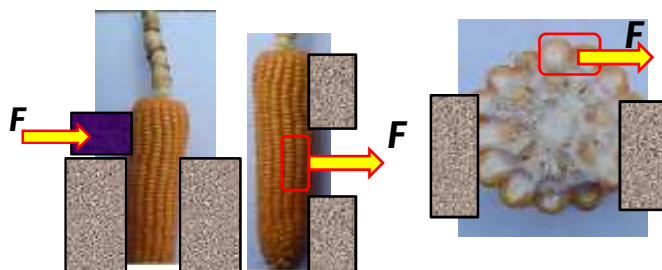


Tabel 7. Gaya melepas klobot dan tangkai tongkol

Keterangan	Gaya melepas (kg)	
	Klobot	Tangkai Tongkol
Rata-rata	10.90	19.29
Maksimum	17.03	24.47
Minimum	3.62	12.19
Std Deviasi	4.0	4.7

e) Gaya mematahkan tongkol jagung dan gaya melepas biji jagung

Gaya untuk mematahkan tongkol jagung adalah besaran gaya (diukur menggunakan timbangan tarik) yang diperlukan untuk mematahkan buah jagung menjadi menjadi 2 bagian seperti diilustrasikan pada gambar 11. Sedangkan gaya untuk melepas biji jagung adalah gaya pemipilan biji jagung.



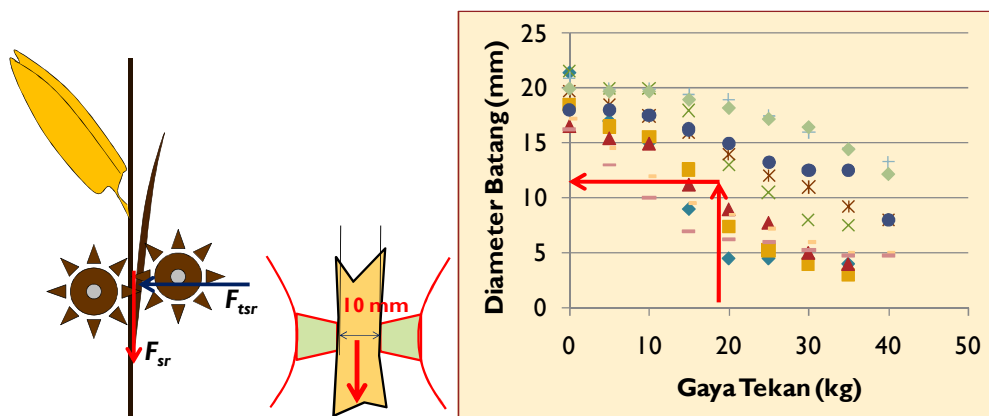
Gambar 11. Ilustrasi cara mematahkan tongkol dan melepas biji jagung

Tabel 8. Gaya mematahkan tongkol dan melepas biji

Keterangan	Gaya (kg)	
	Mematahkan Tongkol	Memipil biji
Rata-rata	70.0	4.0
Maksimum	80.0	9.4
Minimum	57.0	0.9
Std Deviasi	9.4	2.0

### Kebutuhan gaya untuk menarik batang jagung

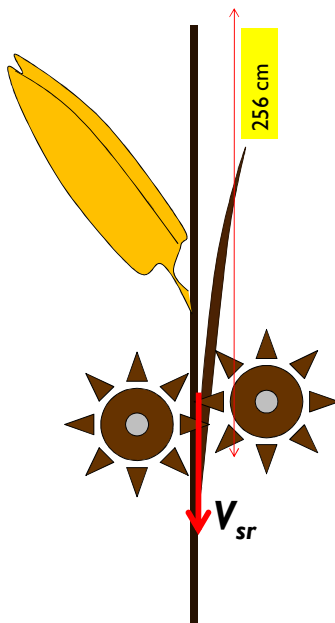
Gaya untuk mematahkan tongkol dari batang tanaman : 9.2 kg.  $F_{sr} \hat{=} 9.2 \text{ kg}$ . Gaya tekan snapping rolls untuk menarik batang tanaman :  $F_{tsr} \hat{=} 9.2 \text{ kg} / 0.49 = 18.8 \text{ kg}$



Gambar 12. Gaya tekan vs diameter jagung

### Kecepatan Snapping Roll

Kecepatan linier snapping rolls untuk menarik batang jagung. Jika tinggi tanaman maksimum : 296 cm, tinggi snapping rolls : 40 cm, dan panjang batang 256 cm. Jika kecepatan maju mesin : 5 km/jam (1.4 m/s), jarak antar tanaman : 20 cm, Maka waktu untuk menarik batang adalah 0.144 s atau kecepatan linier *snapping rolls*: setara dengan 1770 cm/s



Gambar 13. Gaya tekan batang bawah di ruas

### KESIMPULAN

Tanaman jagung siap panen mempunyai kisaran umur 95 – 110 hari, tergantung dari musim dan varietas. Umumnya jagung ditanam 2 benih per lubang tanam, walaupun di lapangan bervariasi 1 sampai 4 tanaman per lubang tanam ; Rancangan head unit pemanen jagung harus memperhitungkan tinggi tanaman jagung yang bervariasi antara 162-296 cm, dengan rata-rata 243.2 cm. Jarak tanam antar baris tanaman bervariasi dari 56.0-106.0 cm dengan rata-rata 77.4 cm, sedangkan jarak antar tanaman jagung di dalam larikan bervariasi antara 26.0-59.0 cm dengan rata-rata 40.3 cm ; Rancangan snapping roll untuk mengambil buah jagung harus memperhitungkan ketinggian tongkol jagung pertama yg bervariasi antara 70.0-132.0 cm dengan rata-rata 105.5 cm, dan diameter tanaman jagung pada ketinggian 20-40 cm yang bervariasi antara 13.6-17.0 mm dengan rata-rata 14.9 cm.; Rancangan snapping roll harus memperhitungkan gaya untuk menjepit batang jagung (menjadi diameter 10 mm) dan menariknya yaitu sebesar minimal 18.8 kg. Sedangkan untuk mematahkan tongkol jagung dibutuhkan gaya minimal 9.2 kg.; Desain perontok jagung berklot harus memperhitungkan berat yang bervariasi antara 318-480 g dengan rata-rata 404.4 g, dan diameter bagian pangkal, bagian tengah dan bagian ujung yang masing-masing bervariasi antara 38.0-53.0 mm dengan rata-rata 45.7, 47.4-49.4 mm dengan rata-rata 48.6 dan 30.5-59.0 dengan rata-rata 44.8 mm. Sedangkan panjang buah jagung dengan kelobot bervariasi 32.5-41.5 cm dengan rata-rata 35.3 cm. ; Rancangan perontok harus memperhitungkan gaya untuk melepas klobot dari jagung yang bervariasi antara 3.6-17.0 kg dengan rata-rata 10.9 kg. Gaya untuk mematahkan tangkai tongkol bervariasi antara 12.2-24.5 dengan rata-rata 19.3 kg. Gaya untuk mematahkan buah jagung bervariasi antara 57-80 kg dengan rata-rata 70 kg, sedangkan gaya untuk memipil biji jagung bervariasi antara 0.9-9.4 kg dengan rata-rata 4 kg. ; Bagian penghancur tongkol jagung harus memperhitungkan diameter tongkol yang bervariasi antara 53.0-56.5cm dengan rata-rata 54.9 mm di bagian pangkal, 47.4-54.9 mm dengan rata-rata 51.6 di bagian tengah, dan 30.5-46.8 mm dengan rata-rata 42.4

mm. Sedangkan panjang tongkol tanpa gagang bervariasi antara 17.5-19.2 cm dengan rata-rata 18.3 cm. Sedangkan gaya untuk mematahkan tongkol ; Gaya yang menyebabkan lendutan batang jagung pada ketinggian 30 cm dari tanah sebesar 3 cm, bervariasi antara 0.8-8 kg dengan rata-rata 2.8 kg, untuk lendutan 6 cm bervariasi antara 1.6-9.5 kg dengan rata-rata 4.1 kg, sedangkan untuk lendutan 9 cm diperlukan gaya yang bervariasi antara 1.9-10.0 kg dengan rata-rata 4.7 kg. ; Kecepatan maju mesin pemanen 5 km/jam, pada jarak tanam 20 cm, dibutuhkan kecepatan linier minimal snapping roll setara dengan 1770 cm/s.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Amir dan Muhammad B.N. 2013. Uji Beberapa Adaptasi Varietas Jagung Hibrida pada Lahan Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Takalar. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pangan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Sulawesi Selatan. Pp. 49-56
- Badan Pusat Informasi Jagung (BPIJ). 2015. Motoro Kiki . Leaflet BPIJ, Provinsi Gorontalo.
- Anataranews. 2016. Kementan akan distribusikan secara gratis mesin jagung dan padi. <http://www.antaranews.com/berita/569313/kementan-akan-distribusikan-secara-gratis-mesin-jagung-dan-padi>, diakses tanggal 25 Agustus 2016.
- BPTP Gorontalo. 2013. Pemipil jagung tanpa kupas klobot. <http://gorontalo.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/14-alsin/82-mesin.html>
- Effendi S. 1979. Bercocok Tanam Jagung. Gema Penyuluhan Pertanian. Seri no : 7/II/79, Edisi November 1979. Jakarta (ID): Dirjen Tanaman Pangan.
- Murni AM dan Arief RW. 2008. Teknologi Budidaya Jagung. Bogor (ID): Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian.
- Sariubang M dan Herniwati. 2011. Sistem Pertanaman dan Produksi Biomas Jagung Sebagai Pakan Ternak. Prosiding Seminar Nasional Serealia. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Makasar. pp. 237-244.
- Sembiring S. 2007. Studi karakteristik beberapa varietas jagung hasil three way cross [skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.