



*@Hak cipta milik IPB University*

## LAMPIRAN

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



### @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 1 Dokumentasi isu pekerja anak karena pengutipan brondolan sawit

@Hak cipta milik IPB University



Gambar 17 Isu pekerja anak

Lampiran 2 Data pendukung TKT 2

- a. Analisis Fungsional
- Tabel 2. Analisis fungsional

Deskripsi & Fungsi	Nama Komponen
Mengontrol dan mengarahkan unit pengutip sehingga mengenai brondolan yang tercecer	Gagang kendali
Tersambung dengan pendorong brondolan sehingga dengan didorongnya gagang ini kebawah akan dapat dengan mudah melepaskan brondolan	Gagang pelepas
Mendorong brondolan terlepas dari unit-unit pengutip	Pendorong brondolan
Sebagai aktuator penggerak untuk mendorong brondolan (opsional)	Solenoida linier (opsional)
Sebagai daya bagi solenoida linier	Baterai 12 V isi ulang (opsional)
Meningkatkan daya jelajah, mobilitas alat dan kenyamanan penggunaan alat.	Suspensi
Terbuat dari 2 alternatif bahan, yaitu spiral baja berlapis silikon rubber atau menggunakan fiber rod (akan diuji dan diteliti performanya). Elastisitasnya dapat mengangkat dan mengambil	Unit-unit pengutip

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Deskripsi & Fungsi	Nama Komponen
brondolan sehingga masuk di celah-celah yang kemudian diarahkan untuk masuk ke tempat penampungan.	

**5. Analisis Struktural**

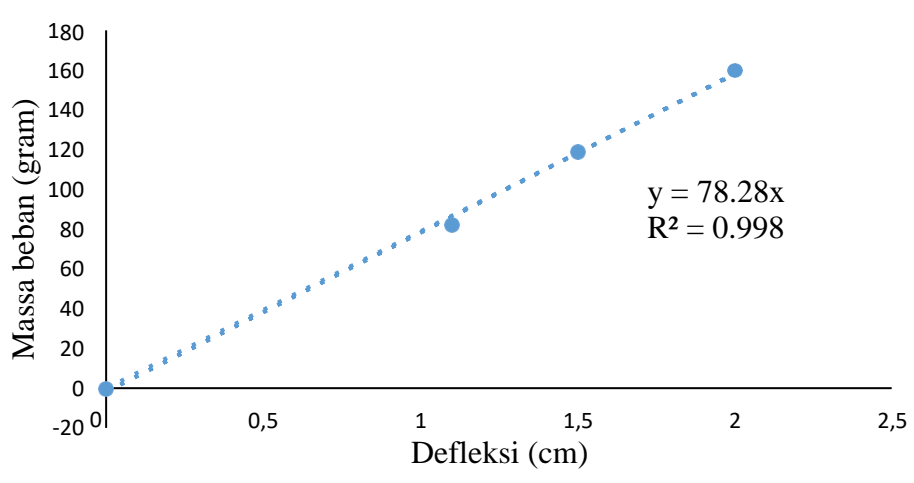
Analisis struktural dilakukan untuk mengetahui spesifikasi yang dibutuhkan dari berbagai komponen pada setiap unit mesin. Tahap ini dilakukan setelah analisis rancangan fungsional telah diselesaikan yang dilengkapi dengan pembuatan model dalam bentuk gambar teknik.

Lampiran 3 Data pendukung TKT 3 dan 4

**Perancangan jarak antar unit-unit pengutip**

Perancangan pertama yaitu pada komponen jarak antar unit pengutip. Unit pengutip berfungsi untuk menjepit brondolan yang ada di tanah. Unit pengutip terpasang pada seluruh plat lengkung bidang pengutip. Unit pengutip ini terbuat dari spiral baja yang dilapisi *silicone rubber* atau fiber rod. Penggunaan spiral baja atau fiber rod bertujuan agar mampu bersifat elastis dan kuat sehingga dapat menjepit brondolan. Serta dilapisi *silicone rubber* agar dapat mengurangi goresan pada brondolan yang terkutip. Bahan spiral baja berlapis *silicone rubber* sudah tersedia di pasaran.

Langkah awal yaitu menentukan persamaan defleksi unit pengutip spiral baja berlapis *silicone rubber* melalui pengujian lendutan. Pengujian lendutan dengan memberikan beban bervariasi (0-160 gram) terhadap batang spiral baja dan diukur defleksinya. Grafik hasil pengukuran defleksi unit sebagai berikut:



Dari persamaan pada grafik di atas setelah dikonversi ke satuan cm dan Newton (N) diperoleh persamaan berikut:

$$N_x = C \Delta X \tag{1}$$

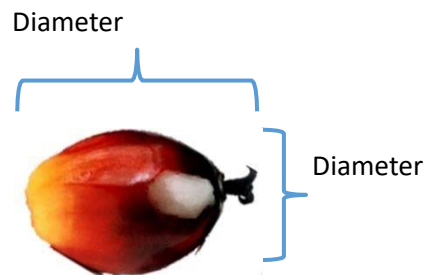
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



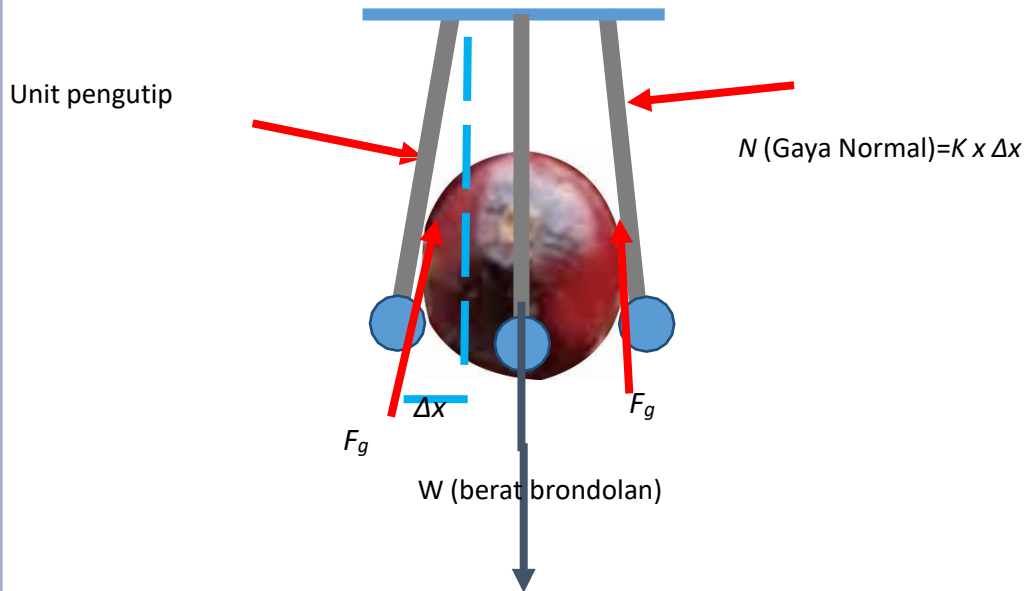
Keterangan:

- $W_x$  = besar gaya jepitan (N)  
 $\Delta X$  = perubahan defleksi (cm)  
 $C$  = konstanta (yang akan dicari)

Langkah selanjutnya adalah membuat diagram gaya yang menggambarkan penjepitan brondolan oleh unit pengutip. Sampel yang digunakan sebanyak 100 butir brondolan sawit (kebun Pendidikan IPB-Cargill). Data rata-rata berat brondolan adalah 15 g (0.147 N). Data acuan diameter brondolan yang paling utama dan digunakan sebagai dasar analisis yaitu diameter minor brondolan sawit (Gambar 11). Diameter minor rata-rata dengan standar deviasi 3.61 mm adalah 31.0 mm. Nilai koefisien gesek ( $\mu_s$ ) *silicone rubber*  $\leq 0,25$  (Azo Material 2001). Data tersebut sebagai acuan dalam perhitungan menentukan jarak antar pengutip sumbu  $x$  (horizontal) dan sumbu  $y$  (vertikal). Diagram bebas terdapat pada Gambar 12.



Gambar 18 Diameter minor dan diameter mayor brondolan sawit



Gambar 19 Diagram bebas mekanisme pengutipan brondolan

Brondolan akan terkutip oleh minimal tiga unit pengutip. Sehingga brondolan akan ditahan oleh tiga gaya yang diberikan oleh unit pengutip. Agar brondolan yang terjepit mampu ditahan oleh unit pengutip, maka gaya normal ( $N_x$ ) pada unit pengutip harus lebih besar atau sama dengan gaya gesek ( $F_g$ ) yang diberikan oleh brondolan.  $\mu_s$  merupakan koefisien gesek. Dari diagram gaya diatas diperoleh rumus berikut:

$$F_g/3 \leq N_x \cdot \mu_s \tag{2}$$

$$0,147/3 \text{ N} \leq N_x \times 0,013$$

$$N_x \geq 0,385 \text{ N}$$

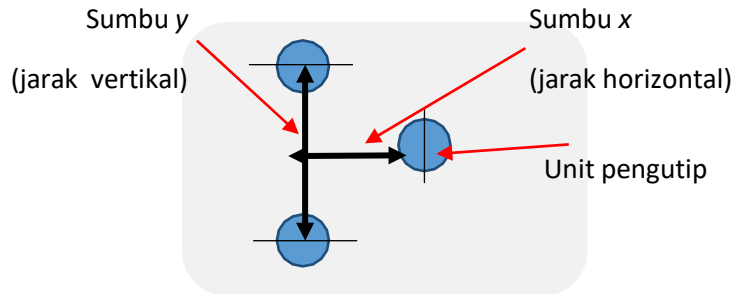
Jadi besar gaya yang harus ditahan oleh 3 unit pengutip sebesar 0.385 N. Selanjutnya hasil tersebut dihitung ke persamaan defleksi untuk mengetahui besar nilai perubahan defleksi.

$$N_x = C \cdot \Delta X \tag{3}$$

$$\Delta X = \frac{0,385}{0,768}$$

$$= Q \text{ cm}$$

Jadi satu unit pengutip akan terdefleksi Q cm (dicari). Hasil tersebut selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam menentukan jarak antar pengutip. Di bawah ini merupakan gambar posisi unit pengutip (Gambar 13).



Gambar 20 Jarak horizontal dan jarak vertikal antar unit pengutip

Berdasarkan Gambar 13 di atas diperoleh rumus berikut dalam menentukan jarak antar pengutip sumbu  $x$  (horizontal) dan sumbu  $y$  (vertikal). Langkah awal yaitu rata-rata jari-jari sawit ( $R_r$ ) dikurangi jarak defleksi unit pengutip yang telah dihitung. Selanjutnya, nilai jari-jari tersebut digunakan untuk menghitung jarak sumbu  $x$  dan sumbu  $y$ . Rumus yang digunakan untuk menentukan jarak tersebut mengacu pada prinsip pythagoras.

$$R_r = \text{jari-jari sawit} - \Delta X \quad (4)$$

$$= 1.698 \text{ cm} - 0,5 \text{ cm}$$

$$= 1,198 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak sumbu } x \text{ (horizontal)} = 2 \cdot R_r \cdot \sin 30 \quad (5)$$

$$= 1,198 \text{ cm} + 1,198 \text{ cm} \cdot \sin 30$$

$$= 1,79 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak sumbu } y \text{ (vertikal)} = 2 \cdot 1,198 \cdot \cos 30 \quad (6)$$

$$= 2 \cdot R_r \text{ cm} \cdot \cos 30$$

$$= 2,07 \text{ cm}$$

Keterangan :

$$R_r = \text{jari-jari antar unit pengutip (N)}$$

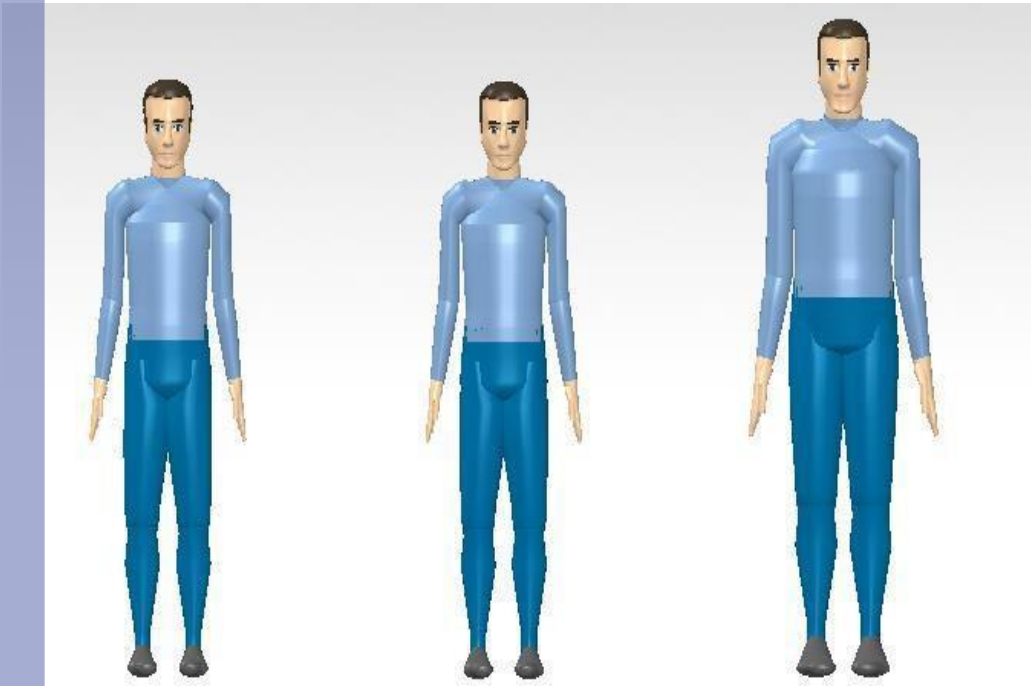
Jadi kesimpulan jika data telah diambil dan diteliti adalah dilakukan perancangan dan pabrikasi dengan jarak antar pengutip sumbu  $x$  (horizontal) dan sumbu  $y$  (vertikal) yang optimal untuk mengutip brondolan adalah 2,07 cm dan 1,79 cm secara berturut-turut

## Analisis Ergonomika

Analisis ini merupakan studi tentang kelayakan dan kenyamanan alat ketika alat digunakan oleh para pekerja mengutip brondolan sawit. Analisis dimensi akan dilakukan dengan mempertimbangkan antropometri pekerja yang akan dilakukan pengambilan data pada 10 sampel pekerja pengutip. Kemudian metode yang digunakan adalah menggunakan *Rapid Upper Limb Assesement (RULA)* menggunakan *software Catia* untuk menganalisis tubuh bagian atas. Metode ke-2 yang digunakan adalah *Rapid Entire Body Assesement (REBA)* dengan menggunakan formulir validasi REBA yang akan menganalisis gerakan antar bagian tubuh. Alat akan direvisi dan dirancang sedemikian rupa sehingga aspek ergonomika ketika pemakaian terpenuhi.

### *Rapid Upper Limb Assesement (RULA)*

1), Manekin berdasarkan antropometri orang Indonesia persentil 50 (Mufidah Z, 2018)



Analisis RULA pada manekin orang Indonesia persentil 50, di bawah ini merupakan sketsa posisi tubuh statis oleh software Catia ketika operator menggunakan ERBRON-C (Rancangan alat ERBRON-C **Dapat Diterima/Acceptable/ Ergonomis** dengan **Skor Akhir 2**)



RULA Analysis (Operator 50)

Side:  Left  Right

Parameters

Posture:  Static  Intermittent  Repeated

Repeat Frequency:  < 4 Times/min.  > 4 Times/min.

Arm supported/Person leaning:

Arms are working across midline:

Check balance:

Load: 0kg

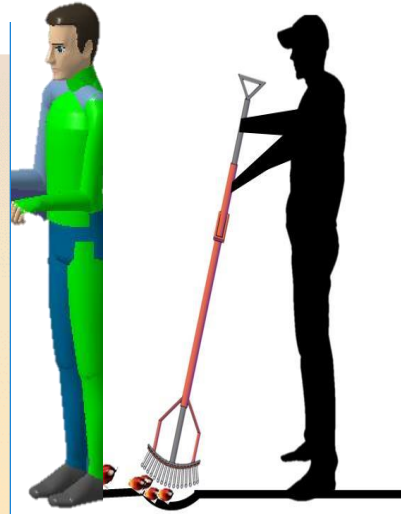
Score

Final Score: 2 ■

Acceptable

Details

- Upper Arm: 1 ■
- Forearm: 1 ■
- Wrist: 2 ■
- Wrist Twist: 1 ■
- Posture A: 2 ■
- Muscle: 0 ■
- Force/Load: 0 ■
- Wrist and Arm: 2 ■
- Neck: 1 ■
- Trunk: 1 ■
- Leg: 1 ■
- Posture B: 1 ■
- Neck, Trunk and Leg: 1 ■



Gambar 21 Analisis Ergonomika RULA

Analisis ergonomika REBA

Rapid Entire Body Assessment (REBA) Assessment Worksheet

Analisis Ergonomika dengan REBA

Leher

SKOR LEHER: 1

Kaki

SKOR KAKI: 1

Badan

SKOR BADAN: 2

Penilaian Aktivitas

SKOR AKTIVITAS: 1

Tabel A: Leher

	1				2				3			
Kaki	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Badan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabel B: Pergelangan Tangan (kanan/kiri)

SKOR PERGELANGAN TANGAN: 1

Tabel C: Nilai Skor A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	3	4	5	6	7	8	8	8	8
2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
3	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
5	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	11
7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	11
8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12
10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Nilai Skor REBA: 2

Gambar 22 Analisis Ergonomika REBA

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel 3. Kecepatan Aktual

Ulangan	Jarak tempuh aktual (m)	Waktu(s)	Kecepatan aktual (m/s)
1	3	5,10	0,58
2	3	4,86	0,61
3	3	4,87	0,61
4	3	4,46	0,67
5	3	4,78	0,62
Rata-rata	3	4,81	0,62

Berdasarkan hasil penerapan dan pabriaksi di didapatkan data pada tabel 4 terkait kecepatan aktual alat. Berdasarkan data, kecepatan rata-rata aktual ketika digunakan adalah 0,62 m/s. ini menandakan alat berjalan dengan normal dan tidak membebani pekerja. Selain itu, juga memiliki mobilitas yang baik setelah diterapkan di untuk menjelajah perkebunan sawit.

Tabel 4. Perbandingan Kapasitas Lapang

Ulangan	Jumlah brondolan (butir)		Massa brondolan (gram/ menit)	
	Manual		Manual	ERBRON_C
1	64	268	839	3359
2	61	265	752	3295
3	59	275	796	3264
4	60	267	823	3345
5	63	256	812	3258
Rataan	61,4	266	804,4	3304

Berdasarkan data tabel 4, yaitu perbandingan kapasitas lapang ketika masih menggunakan cara manual dan ketika telah menggunakan bantuan teknologi. Didapatkan bahwasannya ketika telah menggunakan bantuan teknologi, pekerja dalam rentang waktu yang sama mendapatkan hasil brondolan sawit yang terkumpul adalah 4 kali lipat. Namun ketika menggunakan akan konsisten dalam hal mendapatkan jumlah dan berat

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

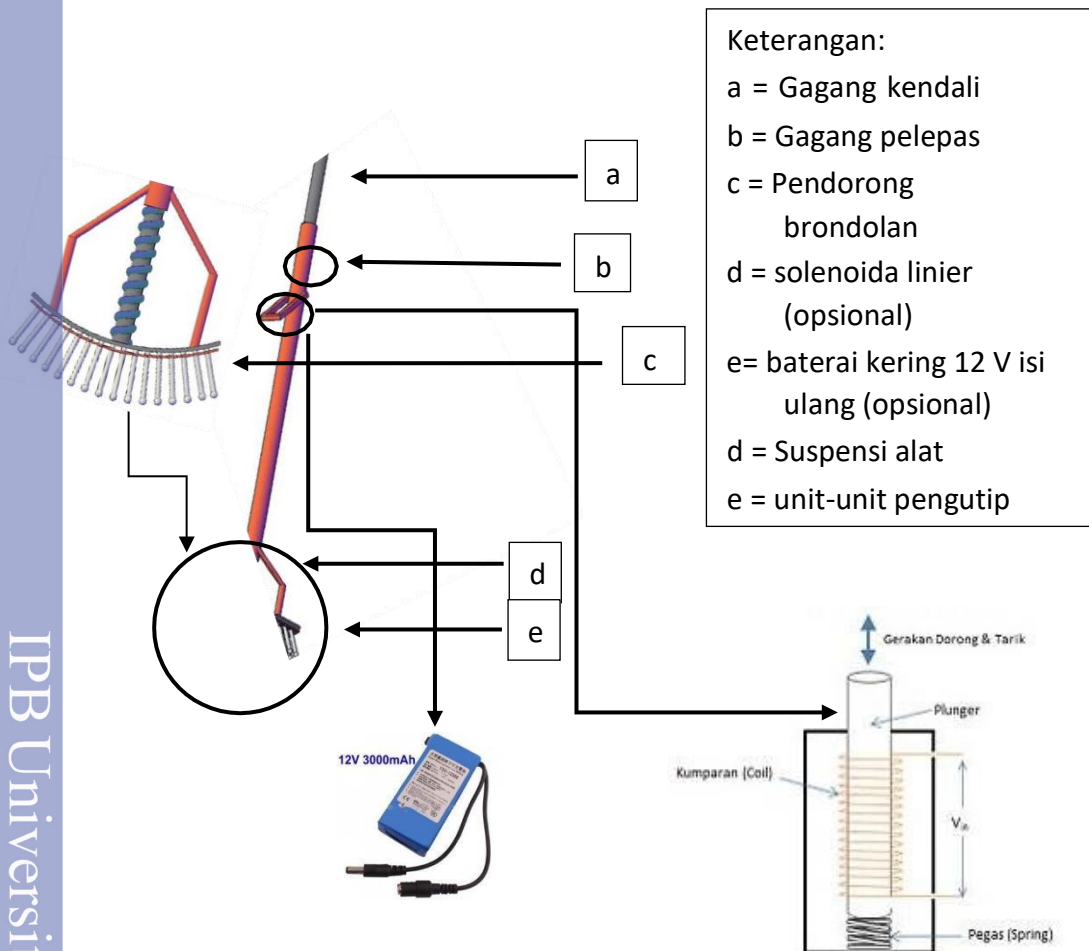


brondolan, yaitu  $\pm 3,3$  kg karena kenyamanan yang dialami menggunakan alat dan tidak mengalami kelelahan, berbeda dengan ketika masih menggunakan cara manual yang tidak konsisten dan tidak bersih dalam mengutip brondolan. Jumlah berat brondolan akhir per harinya (5 jam kerja) pun meningkat hingga 595 kg.

Lampiran 4 Data Pendukung TKT 6

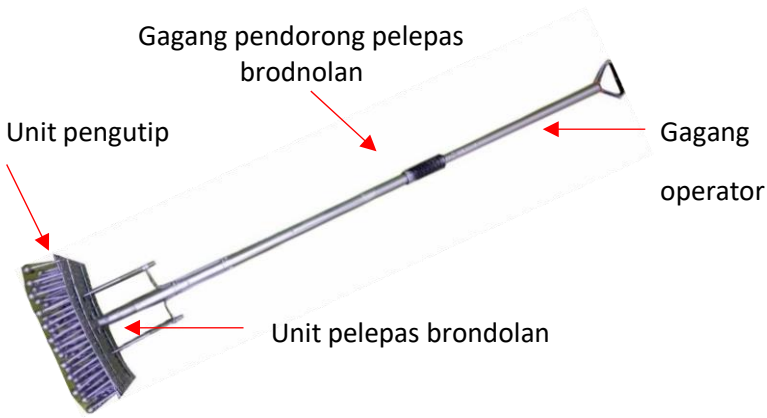


Gambar 23 Gambar Teknik Sistem Proyeksi Amerika



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 24 Prototipe kolektor brondolan sawit tipe gagang 1 (ERBRON-C ke-2)

Lampiran 5 Data Pendukung TKT 8



Gambar 25 Pengujian dan pengoperasian oleh pekerja di PTPN VI, Jambi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## Lampiran 6 Data pendukung TKT 9

## Katsinov oleh Kemenristek-BRIN

Informasi Produk	
Judul Inovasi	Erbron-C (Pengutip brondolan sawit)
Bidang Fokus	Manufaktur
Nama Lembaga	Institut Pertanian Bogor



## Tahap Pengajuan Paten



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
REPUBLIC INDONESIA  
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
Jl. H.R. Rasuna Said Kav. 8-9, Kuningan, Jakarta Selatan, 12942  
Telepon (021) 57905611 Fax (021) 57905911  
Laman: <http://www.djpp.go.id> Surel: [dpater@djpp.go.id](mailto:dpater@djpp.go.id)

Nomor : HKI 3-HI/05/01/03/2019/SI/01520 Jakarta, 30 Oktober 2019  
Lampiran :  
Hal : Pemberitahuan Pemohonan Paten Telah Diumumkan

Yth. Institut Pertanian Bogor (IPB)  
Direktori Inovasi dan Kekayaan Intelektual IPB,  
Gd AH Nivocoon Lt. 5, Kampus IPB Dramaga, 16980, Bogor

Dengan ini memberitahukan bahwa Pemohonan Paten:

Tanggal Pengajuan : 15 Juli 2019  
(21) Nomor Pemohonan : SID001506115  
(71) Pemohon : Institut Pertanian Bogor (IPB)  
(54) Judul Inovasi : ALAT PENGUTIP BRONDOLAN SAWIT BERBASIS  
MEKANISME JEPITAN SPIRAL BAJA BERLAPIS KARET  
SILIKON  
(30) Data Prioritas :  
(74) Konsultan HKI :  
(22) Tanggal Penerimaan : 15 Juli 2019

telah diumumkan pada tanggal 25 Oktober 2019 dengan nomor publikasi: 2019/SI/01520

Selhubungan dengan ketentuan yang diatur dalam undang-undang tentang Paten, sautara dapat mengajukan permohonan pemeriksaan substansi Paten Sederhana paling lambat 6 (enam) bulan terhitung sejak tanggal penerimaan permohonan paten sederhana sebagaimana tersebut di atas. Tidak diujarkannya permohonan substansi paten sederhana dimaksud dalam waktu yang ditentukan tersebut akan mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditak kembali. Apabila telah dilakukan pembayaran maka informasi ini diabaikan.

Demikian untuk diketahui.



10-2019-01072

Terselusan/  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual



Form HKI 3/04/2011

Gambar 26 Pengukuran katsinov dan tahap publikasi paten produk