

## PENYUSUNAN MODEL MATEMATIKA BERAT TBS KELAPA SAWIT TERHADAP BACAAN TIMBANGAN PADA ANGKONG SEBAGAI DASAR RANCANGAN ANGKONG DIGITAL

Andreas Wahyu Krisdiarto<sup>(1)</sup> dan Gading Yulfa Farida<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Prodi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Stiper Yogyakarta,  
Email: andre0402@yahoo.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model matematika pembacaan timbangan digital berdasar berat TBS yang dimuat dan diangkut oleh angkong. Ini akan diisikan sebagai fungsi dalam program pada mikrokontroler pengendali timbangan digital otomatis di angkong. Angkong berpenimbang digital otomatis dapat mempermudah pekerja sehingga waktu dan tenaga yang dibutuhkan diminimalisir dan penimbangan lebih akurat. Kajian relasi bacaan timbangan terhadap berat TBS dilaksanakan dengan metode eksperimental simulasi penimbangan TBS pada angkong, kemudian dianalisis dengan regresi korelasi. Perlakuan adalah mekanisme pemuatan TBS ke angkong, yakni terurut posisi dari depan ke belakang, dan secara acak. Persamaan matematika dari perlakuan terurut adalah:  $W_d = 0,3895 W_{tbs} + 4,3706$  dengan  $R^2=0,985$ , sedangkan untuk penempatan beban acak persamaan:  $W_d = 0,3002 W_{tbs} + 6,748$  dengan  $R^2=0,981$ . Model matematika kedua ini yang akan digunakan sebagai fungsi dalam program mikrokontroler pengendali timbangan digital.

**Kata kunci:** TBS kelapa sawit, angkong, timbangan digital.

### 1. PENDAHULUAN

Pemuatan dan angkut TBS kelapa sawit merupakan salah satu tahap penting dalam tahap akhir budidaya tanaman kelapa sawit. Demikian juga informasi mengenai kuantitas buah yang dipanen dan diangkut sangat diperlukan dalam manajemen panen-angkut. Jumlah janjang selalu diamati dan dicatat hingga kemudian ditimbang di loading ramp pada kebun milik perusahaan, atau ditimbang di TPH atau di rumah pada kebun milik petani. Pengangkutan TBS menuju TPH sebagian besar masih menggunakan gerobak dorong atau angkong, karena memiliki kemampuan manuver yang lebih baik dalam ruang kecil, pada papan atau ketika tanah miring, agar keseimbangan saat angkut tetap terjaga. Penggunaan satu roda juga memungkinkan kontrol yang lebih besar pada proses unloading atau bongkar muat, rata-rata kapasitas angkut angkong dan kapasitas kerja pengangkut adalah 100 – 150 kg. TBS yang telah diangkut ke TPH selanjutnya ditimbang dan diangkut menuju pabrik pengolahan kelapa sawit untuk seterusnya diolah menjadi minyak sawit. Evakuasi dengan angkong harus cepat karena TBS harus sampai di pabrik pengolahan kelapa sawit dalam waktu  $\leq 24$  jam setelah panen, supaya kadar

asam lemak bebas (ALB) masih dalam batas baku. (Pahan, 2008; Chairunisa, 2008)

Karena pengangkutan di kebun petani/masyarakat masih dengan angkong, maka penimbangan TBS masih dilakukan dengan manual menggunakan timbangan analog di TPH. Metode ini memerlukan waktu dan tenaga manusia yang banyak, serta berpotensi penimbangan tidak tepat karena human error. Bila TBS dijual ke tengkulak, sering terjadi perbedaan persepsi berat TBS yang tertimbang antara penjual dan pembeli, yang menyebabkan sering petani penjual dirugikan. Agar penimbangan efisien dan akurat, diperlukan suatu alat pengangkut dengan timbangan digital otomatis. Alat ini bekerja dengan sensor berat, yang pembacaannya dikendalikan oleh mikrokontroler, sehingga diperlukan persamaan matematika yang berfungsi sebagai pengaturan tampilan timbangan terhadap pembacaan sensor.

Penelitian ini bertujuan 1) Menyusun model matematika (fungsi) bacaan timbangan terhadap berat TBS sebenarnya. 2) Simulasi untuk mendapatkan perhitungan pembacaan timbangan digital berdasar berat TBS, dengan tingkat ketelitiannya.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan alat

- a. Angkong, dilengkapi dengan tangkai penimbang.
- b. Unit Mikrokontroler dengan sensor berat (load cell) min 200 kg, display.
- c. Timbangan duduk skala 50 kg
  - a. Pasir dan karung
  - b. Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit berbagai berat.

### 2.2 Rancangan dan Prosedur penelitian

Metode dasar yang digunakan di dalam penelitian ini adalah percobaan (eksperimen) dan pengukuran langsung di laboratorium. Kajian dilakukan dengan melaksanakan percobaan penimbangan beban secara bertahap untuk mendapatkan persamaan  $y=ax + b$ , dengan  $y$ = bacaan timbangan dan  $x$  adalah berat beban sesungguhnya.

Perlakuan dan percobaan:

- a. Berat beban (bertahap per 5 kg),
- b. Lokasi penempatan TBS : dari tengah , dari pinggir, dan acak
- c. Jenis beban: beban simulasi (pasir dlm karung) dan TBS sebenarnya.
- d. Masing-masing dilakukan 3 percobaan

### 2.3. Pengumpulan Data dan Analisis Data

Data-data yang digunakan di dalam penelitian merupakan data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung yaitu pengamatan, pengukuran dan penghitungan. Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data primer yaitu teknik pengukuran di laboratorium. Sesuai tujuan penelitian, analisis data dengan cara analisis korelasi regresi. Model matematika yang didapatkan adalah persamaan regresi. Keandalan persamaan regresi diukur dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan bagian dari perancangan angkong berpenimbang digital otomatis, yang dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan dan ketepatan penimbangan sistem manual yang saat ini umum dilakukan. Waktu yang diperlukan

untuk memuat tandan ke angkong hingga membawa angkong berisi tandan ke TPH yang sebesar 35,34 detik (Putranti, 2012) ditambah waktu penimbangan di TPH dapat dipersingkat tanpa waktu penimbangan dengan sistem ini, karena penimbangan sudah dilakukan saat pemuatan TBS ke angkong. Pada timbangan dengan beban langsung di atas *load cell*, besaran parameter yang diterima *load cell* sama dengan berat beban tersebut karena adanya gaya reaksi yang bertemu lurus terhadap gaya aksi (berat bahan ditimbang). Sedangkan pada angkong ini, letak *load cell* tidak persis di bawah beban (yaitu TBS) namun pada tangkai timbang, sehingga gaya terbaca oleh sensor akan lebih kecil daripada gaya grafitasi beban. Besar gaya terbaca sensor akan dipengaruhi panjang lengan ungkit, mengikuti hukum lengan gaya (tuas ungkit). Penelitian ini menetapkan relasi antara berat beban (TBS) sebenarnya yang dimuat di atas angkong dengan bacaan timbangan. Relasi dalam bentuk persamaan matematika ini yang kemudian digunakan sebagai dasar program di dalam mikrokontroler timbangan digital untuk menyajikan data di display yang kemudian juga disimpan di memori.

### 3.1. Peletakan Beban Terstruktur dan Urut

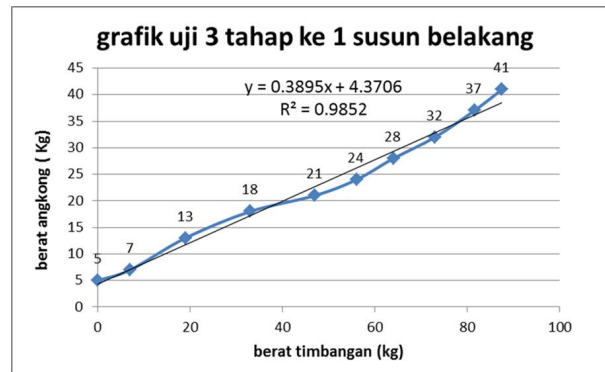
Untuk mengetahui respon sensor berat (load cell) dengan kondisi mendekati ideal, maka dilakukan pengujian pembebanan secara terurut. Simulasi pembebanan dilakukan dengan bahan pasir dikemas per 5 kg, dimulai dari bagian depan bak angkong berturut-turut ke arah belakang (lihat Lampiran 2 Gb 1). Grafik pada Gambar 4.1 memperlihatkan data pengujian berat beban dari 5 – 90 kg. Beban tersebut terbaca pada timbangan antara 5-41 kg, atau berkisar setengah dari berat sebenarnya. Garis trendline dengan persamaan yang merupakan model hubungan data sumbu  $y$  dan  $x$  adalah :

$$Wd = 0,3895 W_{tbs} + 4,3706$$

dengan  $Wd$  = bacaan timbangan

$W_{tbs}$  = berat TBS sebenarnya

Koefisien korelasi yang sebesar 0,985 menunjukkan bahwa persamaan tersebut mewakili atau dapat digunakan sebagai model dari kondisi sebenarnya, yaitu hubungan antara berat TBS dan bacaan timbangan.



Gambar 3.1. Bacaan timbangan terhadap berat beban sebenarnya pada bak angkong.

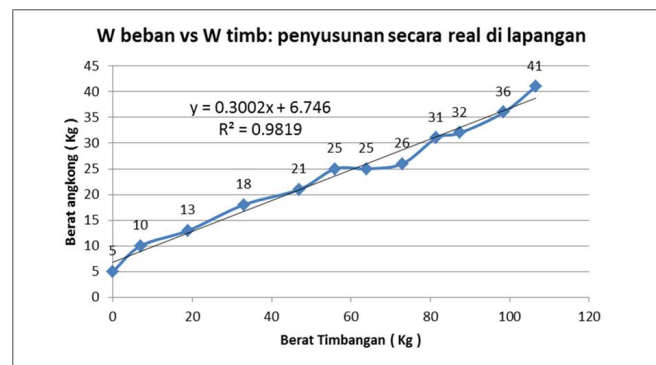
### 3.2. Peletakan Secara Acak

Secara riil di lapangan, pemuatan TBS ke dalam angkong dilakukan acak, pemanen/pemuat tidak memperdulikan titik letak di bak angkong, atau TBS diletakkan ke bak pada posisi yang kosong. Biasanya diawali di tengah, kemudian pinggir bergantian untuk mencapai keseimbangan. Untuk mendekati kondisi riil tersebut, maka dalam penelitian ini juga dilakukan percobaan pemuatan secara acak.

Data pada lampiran 1 yang direpresentasikan dengan grafik pada Gambar 4.2 memperlihatkan bahwa kecenderungan linier hubungan antara bacaan timbangan dengan berat sebenarnya TBS masih tampak jelas. Meskipun terlihat fluktuasi data, terutama di beban antara 55-85 kg, namun persamaan *trend line*  $W_d =$

$0,3002 W_{tbs} + 6,748$  sebagai model matematika masih dapat diyakini mencerminkan kondisi sebenarnya, karena memiliki  $R^2$  sebesar 0,981. Penyimpangan (*error*) dapat diperkirakan berkisar 2% untuk penimbangan antara 5 sampai 110 kg.

Nilai  $R^2$  ini memperlihatkan bahwa penempatan beban secara acak menyebabkan error bacaan sedikit lebih besar daripada kalau penempatan teratur. Sedangkan besaran gaya terbaca di sensor yang berkisar 47%-60% dari berat sebenarnya membuktikan hukum lengan gaya. Beban yang ditanggung pengangkut saat mengangkat dan mendorong kurang lebih setengah dari beban di bak angkong. Rasio pengurangan beban ini akan dipengaruhi oleh panjang lengan angkong. Semakin panjang akan semakin ringan.



Gambar 3.2. Bacaan timbangan terhadap berat beban sebenarnya pada bak angkong

Meskipun gaya yang dibaca *load cell* berbeda dari berat TBS sebenarnya karena adanya lengan gaya, namun tampilan berat yang tersaji dan data yang disimpan di memori harus sebesar berat sebenarnya. Maka ke dalam mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali timbangan digital

dimasukkan program dengan persamaan merupakan model hubungan antara bacaan timbangan dengan berat sebenarnya ini.

Pemasangan tangkai penimbang yang dipasang *load cell* sebaiknya mengikuti dimensi yang sesuai dengan kenyamanan operator, seperti

saran dari hasil penelitian Shidek (2013) setinggi 71 cm. Posisi ini menjadi standar posisi penimbangan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

- Bacaan timbangan pada lengan angkong dengan berat beban sebenarnya memiliki hubungan linier.
- Model matematika untuk dimasukkan dalam program mikrokontroler pengendali timbangan digital otomatis pada angkong adalah  $W_d = 0,3002 W_{tbs} + 6,748$

##### 4.2. Saran

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi panjang lengan angkong, untuk mengantisipasi berbagai jenis/merk angkong di pasaran.
- Perlu dilanjutkan dengan penelitian penimbangan secara dinamis, karena di lapangan tidak selalu statis.
- Untuk lebih mendekati kondisi lapangan, perlu dilakukan variasi berbagai bentuk dan berat TBS yang diangkat dan ditimbang.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Institut Pertanian Stiper Yogyakarta yang telah mendanai penelitian ini dan menyediakan fasilitas pilot plan maupun TBS sebagai bahan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. *Cara Kerja Load cell*. <http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html>. Diakses pada tanggal 28 Februari 2018 pukul 22.00 WIB.
- Anonim. 2018. *Arduino Mega 2560*. [https://www.academia.edu/14716220/Arduino\\_Mega2560](https://www.academia.edu/14716220/Arduino_Mega2560). Diakses pada tanggal 05 Maret 2018 pukul 05.00 WIB.
- Anonim. 2018. *Das Gluck Gerobak Dorong*. [www.alatkebunku.com](http://www.alatkebunku.com)
- Alexander, Rebbly. 2013. *Load Cell Handbook*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Chairunisa. 2008. *Pengaruh Tingkat Lama Pengangkutan Buah Kelapa Sawit terhadap Randemen dan Kandungan Asam Lemak Bebas CPO yang Dihasilkan*. Bengkulu: Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.
- Dadin. 2002. *Pengelolaan Pemanenan Kelapa Sawit (Elueis Guineensis Jacq Di Kebun Bangun Bandar PT. Socfindo Medan, Sumatera Utara*. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Pertanian, IPB.
- Dewi, L.R.P. 2007. *Gatra: Media Pembelajaran dan Pengembangan Bahan*. Yogyakarta: USD.
- Ishida. 2011. *Load Cell*. <http://www.ishida.com/technologies/loadcell/html>. Diakses pada tanggal 08 Maret 2018 pukul 06.00 WIB.
- Kadir, Abdul. 2013. *Panduan Praktis mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya Menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Graha Media.
- Lapantech. 2013. *Karakteristik Load Cell*. [www.lapantech.com/Load-133%27cell/html](http://www.lapantech.com/Load-133%27cell/html). Diakses pada tanggal 08 Maret 2018 pukul 07.10 WIB.
- Monasari, Mia. 2006. *Analisis Karakteristik Wheelbarrow Berdasarkan Kriteria Konsumsi Energi dan Resiko Cedera*. [Skripsi]. Padang. Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Pahan, 2008. *Panduan Lengkap, Manajemen Agribisnis Kelapa Sawit, dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Putranti, K.A, Herodian, S., Syuaib, M.F. 2012. Studi waktu (time study) pada aktivitas pemanenan kelapa sawit di perkebunan Sari Lembah Subur, Riau. *Jurnal Keteknik Pertanian Vol 26, No 2*.
- Pramudji dkk. 2009. *Prinsip Dasar Pengangkutan TBS Kelapa Sawit*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Shidek, B. 2013. *Studi Antropometri Pemanen Kelapa Sawit dan Aplikasinya pada Rancang Bangun Angkong* (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.