

## PENGEMBANGAN SISTEM INSTRUMENTASI UNTUK MENGUKUR LEBAR KERJA (*CUTTING WIDTH*) PADA MINI COMBINE HARVESTER

### *Development of an Instrumentation System for Measuring Cutting Width on Mini Combine Harvester*

Renny Eka Putri\*, Ade Sandri, Irriwad Putri

Program Studi Teknologi Pertanian dan Biosistem – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Andalas  
Jl. Kampus Limau Manis Padang 25163

Penulis Korespondensi, email : rennyekaputri@ae.unand.ac.id

Disubmit : 26 July 2022    Direvisi : 10 Desember 2022    Diterima : 21 Desember 2022

### ABSTRAK

Pengukuran lebar kerja menggunakan sensor tentunya lebih efisien dan lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran secara manual. Pengukuran lebar kerja ini dibutuhkan dalam penentuan hasil panen atau yang lebih dikenal dengan *yield monitoring*. *Yield monitoring* adalah salah satu teknologi pertanian presisi yang berfungsi untuk memonitoring hasil penentuan hasil panen secara langsung (*real time*). Teknologi ini mengumpulkan data berupa *grain flow* (ton/jam), lebar kerja (*cutting width*), kecepatan *combine harvester* (km/jam) dan *grain moisture content* (%). Pengukuran lebar kerja dilakukan dengan cara mengukur jarak antara pembacaan sensor pada *header* kiri dan kanan, kemudian dikurangi dengan lebar *header*. Pengukuran lebar kerja secara *real time* dibutuhkan pada pemantauan hasil panen yang dilakukan oleh *mini combine harvester*. Dalam proses pemanenan, *mini combine harvester* akan bekerja memotong padi. Lebar kerja biasanya dihitung dengan mengukur jarak dari *header mini combine harvester*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem pengukuran untuk lebar kerja (*cutting width*) pada *mini combine harvester* dan melakukan uji kinerja untuk sistem tersebut. Sistem instrumentasi yang dikembangkan dalam mengukur lebar kerja adalah dengan menggunakan Sensor ultrasonik US-100 sebagai sensor jarak kemudian ESP 32 sebagai mikrokontroler sekaligus modul WiFi yang akan dikoneksikan dengan *database* dan diinterpretasikan kedalam bentuk digital menggunakan LCD I2C. Dengan sistem ini dapat digunakan oleh petani untuk memantau hasil panennya secara langsung. Alat ini juga memudahkan petani untuk memasang atau melepaskan alat sesuai dengan kebutuhan karena bersifat "*plug and play*"

Kata kunci: Lebar Kerja; Sistem Kontrol; *Yield Monitoring*

### ABSTRACT

*Cutting width measurements using sensors are certainly more efficient and more accurate than manual measurements. Measurement of this cutting width is needed in determining crop yields or better known as yield monitoring. Yield monitoring is a precision agricultural technology that functions to monitor the results of determining crop yields in real time. This technology collects data in the form of grain flow (tons/hour), cutting width (cutting width), combine harvester speed (km/hour) and grain moisture content (%). Measurement of the cutting width is done by measuring the distance between the sensor readings on the left and right headers, then subtracting the width of the header. Measurement of cutting width in real time is needed in monitoring harvests carried out by mini combine harvesters. In the harvesting process, the mini combine harvester will work to cut the rice. The cutting width is usually calculated by measuring the distance from the mini combine harvester header. The purpose of this research is to develop an instrumentation system to measure the cutting width of a mini combine harvester. The instrumentation system developed to measure the cutting width is to use the ultrasonic*

*sensor US-100 as a distance sensor then ESP 32 as a microcontroller as well as a WiFi module which will be connected to the database and interpreted into digital form using an I2C LCD. This system can be used by farmers to monitor their harvest directly. This tool also makes it easier for farmers to install or remove the tool according to their needs because it is "plug and play"*

*Keywords : Cutting Width; Instrumentation System; Yield Monitoring*

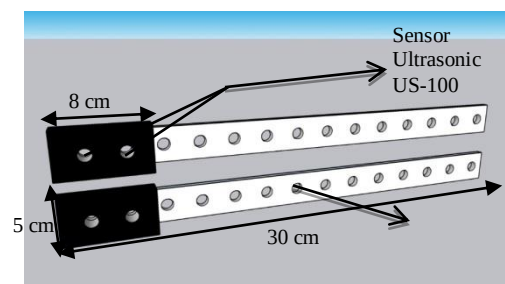
## PENDAHULUAN

Teknologi pertanian presisi memerlukan penerapan instrumentasi pertanian intensif untuk mesin pertanian. Instrumentasi pemantauan hasil *on-the-go* yang perlu diterapkan pada pemanen untuk mendapatkan data hasil yang direferensikan secara geografis dijelaskan. Untuk pemantauan hasil yang akurat, lebar pemotongan aktual saat ini harus diketahui. *Yield monitoring* tidak hanya untuk memperkirakan hasil, tetapi juga untuk mengidentifikasi lokasi di lapangan terhadap hasil produksi. *Yield monitoring* akan memberikan informasi terhadap pengelolaan serta dampak terhadap perlakuan di lapangan (Fulton *et al.*, 2018). Sensor lebar pemotongan mengukur jarak antara sisi potong dan sisi meja potong di keduanya sisi meja potong. Lebar potong harus kurang dari jumlah jarak yang diukur (Putri *et al.*, 2021) mengembangkan monitoring system pada konvensional *combine harvester* menggunakan *yield monitoring* pada *combine harvester*, dengan menggunakan sensor ultrasonik Omron EP4A-LS200-M1-N untuk mengukur lebar kerja secara otomatis. Pengukuran lebar kerja merupakan pengukuran yang dilakukan dengan cara mengukur lebar panen atau lebar potong dari *header combine harvester* secara konstan agar mendapatkan total hasil panen yang sebenarnya. Putri *et al.* (2022) juga mengembangkan sistem pengukuran lebar kerja pada *mini rice combine harvester* menggunakan ultrasonik sensor. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem instrumentasi untuk mengukur lebar kerja (*cutting width*) pada *mini combine harvester*.

## METODE

Alat ukur lebar kerja (*cutting width*) dipasang pada bagian *header mini combine harvester*. *Mini combine harvester* yang

digunakan adalah *mini combine harvester* tipe DC 35 merek Kubota dengan sumber tenaga motor bakar diesel 4 tak yang memiliki daya 33,3 hp pada putaran 2400 rpm. Mesin ini memiliki dimensi sebesar 4120 x 1850 x 2150 mm dengan lebar *header* sebesar 1600 mm dan berat 1550 kg. Sensor ultrasonik diletakkan pada masing-masing sisi *header mini combine harvester*. Dua buah braket berfungsi sebagaiudukan sensor ultrasonik yang digunakan, juga berguna memudahkan petani untuk memasang atau melepaskan alat sesuai dengan kebutuhan karena bersifat "*plug and play*". *Housing box* dan LCD diletakkan dekat operator sehingga operator dapat memantau hasil pengukuran dan pembacaan sensor. Dua buah sensor ultrasonik US-100 dipasang pada braket yang terbuat dari besi *hollow* dan diletakkan pada *header* kanan maupun kiri dari *mini combine harvester*. Sensor ultrasonik berguna memantulkan gelombang ultrasonik dan ditangkap kembali sehingga diketahui jarak pembacaan sensor sesuai hambatan yang ada. Gambar 1 adalah satu set braket tempat peletakan sensor. Lobang pada braket bertujuan memudahkan untuk pemasangan ke *combine harvester* tanpa harus merusak *combine* tersebut, banya menggunakan mor dan baut.



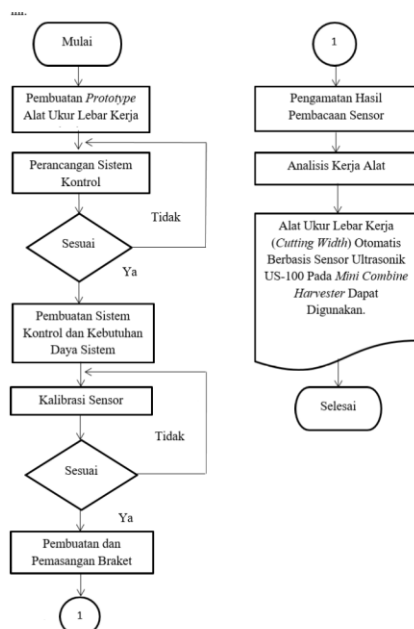
Gambar 1. Skema Braket Tempat Peletakan Sensor Ultrasonik

Header merupakan bagian dari *mini combine harvester* yang berfungsi sebagai tempat masuknya padi yang akan dipanen. Padi yang masuk ke bagian *header* akan dipotong oleh pisau yang berputar dan secara otomatis akan dipisahkan antara gabah dengan jerami. Gambar posisi sensor di *header combine harvester* dapat dilihat pada Gambar 2. Header adalah unit pemotong yang berada pada bagian depan *combine harvester*. Sensor ditempatkan pada header untuk memantau pembacaan lebar kerja.



Gambar 2. Posisi Sensor Header Mini Combine Harvester (Sumber : Hasil Penelitian)

Pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan secara rinci pada diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

## Rancangan Instrumental Sistem Kontrol Alat Ukur Lebar Kerja Otomatis

Rancangan sistem kontrol dibuat berdasarkan mekanisme yang telah ditentukan. Sebelum dioperasikan, dipastikan alat memperoleh daya yang cukup. Saat ESP 32 *on*, maka sensor ultrasonik US-100 membaca nilai, logika pembacaan sensor yaitu lebar kerja sama dengan hasil pembacaan sensor dikurangi dengan lebar total dari header *mini combine harvester* maka akan didapatkan nilai lebar kerja. Hasil pembacaan lebar kerja ini kemudian disimpan dalam *database* kemudian akan diinterpretasikan ke LCD secara digital.

### 1. Sensor

Sensor ultrasonik US 100 akan dikoneksikan dengan ESP 32 menggunakan kabel jumper *female to female*, sensor akan diletakkan pada bagian kanan serta kiri dari header *mini combine harvester* agar dapat melakukan pembacaan jarak atau lebar kerja, lebar kerja yang didapatkan sama dengan hasil pembacaan sensor dikurangi dengan lebar dari header *mini combine harvester* tersebut. Agar sistem bekerja sesuai dengan keinginan, maka seluruh komponen harus bekerja sesuai fungsinya masing-masing.

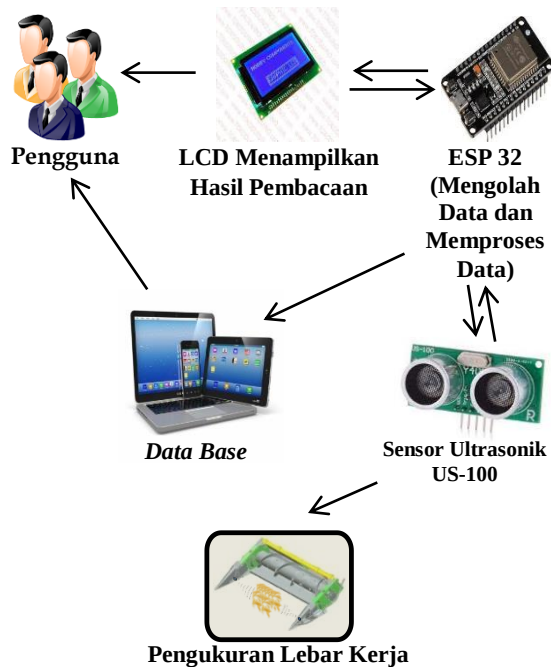
### 2. Interpretasi dengan LCD I2C 128 x 64

Hasil pembacaan dari sensor akan diteruskan ke ESP 32 sebagai otak, kemudian akan diinterpretasikan kedalam LCD I2C 128 x 64 dalam bentuk digital. Koneksi antara LCD I2C dengan ESP 32 akan dihubungkan dengan kabel jumper *female to female*.

### 3. Skema Rangkaian

ESP 32 akan hidup jika diberi arus sesuai dengan kebutuhannya, ketika ESP *on* maka akan memberikan sinyal listrik kepada sensor ultrasonik agar dapat melakukan pembacaan, hasil pembacaan dari sensor akan diinterpretasikan kedalam bentuk digital melalui LCD I2C yang dikoneksikan dengan ESP 32. Memastikan semua komponen agar tidak tumpang tindih maka perancangan keseluruhan komponen menjadi satu kesatuan dibutuhkan.

Data hasil interpretasi dapat dilihat secara langsung oleh operator dan juga dapat disimpan dalam bentuk *database*. Adapun mekanisme dari skema kerja dari sistem sensor untuk melakukan pengukuran lebar kerja dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Pengukuran Lebar Kerja

#### A. Menghitung Kebutuhan Daya Sistem

Penentuan total daya listrik yang dibutuhkan untuk menentukan berapa daya yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem kontrol. Kebutuhan daya disesuaikan dengan berapa kebutuhan daya tiap komponen dan disesuaikan dengan sumber daya yang dipakai yaitu arus DC yang bersumber dari aki kering dengan tegangan 12V sehingga sistem dapat menyala. Untuk menentukan daya listrik dapat digunakan Persamaan 1 berikut ini.

$$P = V \times I \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- P = Daya Listrik (watt)
- V = Tegangan (volt)
- I = Arus (ampere)

#### B. Tes Akurasi Sensor dalam Pengukuran Jarak

Tahapan tes akurasi dilakukan setelah seluruh komponen sistem kontrol telah dirakit dan input koding. Uji akurasi bertujuan mengetahui apakah sensor

ultrasonik dapat membaca lebar kerja dengan tepat sehingga hasil keluaran merepresentasikan hasil yang akurat dan presisi. Uji akurasi ini dilakukan di laboratorium dengan melakukan 10 variasi pengambilan data, data dari hasil pembacaan sensor (*predicted value*) akan dibandingkan dengan hasil pengukuran yang sebenarnya (*true value*) dengan menggunakan mistar atau penggaris. Selanjutnya, data yang didapatkan diolah untuk menentukan koefisien determinasi dari regresi linearnya, jika hasilnya mendekati 1 maka menunjukkan kesalahan rata-rata yang sangat kecil, namun apabila kesalahan (*error*) nya tinggi, maka perlu dikaji kembali koding yang telah di inputkan ke mikrokontroler pengendali.

#### C. Uji Lapangan

Uji lapangan dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor terhadap pembacaan lebar kerja pada saat proses pemanenan. Uji lapangan dilakukan di Kelurahan Aia Pacah, Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang, Sumatera Barat. Koordinat demplot sawah (0°51'59.33"S) dan (100°23'22.89"E). Adapun Gambar peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian  
 (Sumber : Hasil Penelitian)

Kriteria sawah yang dipilih untuk uji lapangan pada pengukuran lebar kerja (*cutting width*) adalah sawah dengan kondisi siap panen, ditandai dengan 95% butir padi dan daun bendera yang sudah menguning, tangkai menunduk karena butir padi yang berat dan butir padi yang keras apabila ditekan. Nantinya sawah akan dibagi menjadi 3 demplot. Masing-masing demplot berukuran 14,5 x 28 m<sup>2</sup>, 16,5 x 27,9 m<sup>2</sup> dan 14 x 24,1 m<sup>2</sup>.



## Pengamatan

### A. Lebar Kerja Saat Kondisi Statik

Pengamatan lebar kerja saat kondisi statik dilakukan pada posisi alat tidak bergerak, artinya tidak ada variasi kecepatan gerak, hal ini dapat menjaga akurasi dari pembacaan sensor tetap konstan. Pengujian pada saat kondisi statis akan dilakukan secara outdoor di Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem dengan menggunakan tanaman padi (*oryza sativa*) yang dijejerkan dengan menggunakan media polybag, sensor akan diletakkan pada sisi sebelah kiri maupun kanan dari objek tersebut agar dapat dilakukan pembacaan. Persamaan 2 merupakan perhitungan untuk hasil pembacaan sensor.

$$X = L - (ab + cd) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

X = Lebar kerja (cm)

L = Lebar header (163 cm)

ab = Jarak antara pembacaan sensor ultrasonik dan target yang akan dideteksi pada posisi header sebelah kiri (cm)

cd = Jarak antara pembacaan sensor ultrasonik dan target yang akan dideteksi pada posisi header sebelah kanan (cm)

### B. Error Saat Kondisi Statik

Error saat kondisi statik merupakan kejadian adanya kesalahan pengukuran saat alat berada dalam keadaan diam atau statik, artinya tidak ada variasi kecepatan. Error terjadi karena adanya perbedaan hasil dari pengukuran secara manual dengan pengukuran oleh alat, perbedaan hasil pengukuran ini dapat disebabkan oleh faktor ketelitian dalam pembacaan (*human error*) maupun kesalahan kalibrasi alat yang dirancang. Untuk mencari nilai Error, % Error dan standar error digunakan Persamaan (4) dan (5).

$$\text{Error} = |\text{lebar sebenarnya} - \text{lebar pengukuran sensor}| \dots \dots \dots (3)$$

$$\% \text{Error} = \left| \frac{\text{Lebar sebenarnya} - \text{Lebar pengukuran sensor}}{\text{Lebar sebenarnya}} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Standar error} = \frac{sd}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

Sd = Standar deviasi

n = Jumlah data

### C. Lebar Kerja pada Saat Kondisi Dinamis

Pengamatan lebar kerja pada kondisi dinamis dilakukan pada saat posisi alat sedang bergerak (dinamis), artinya ada variasi kecepatan yang terjadi pada alat. (Aslan, 2008) menemukan bahwa variasi kecepatan gerak dapat menyebabkan penurunan akurasi dalam sistem monitor hasil. Pada Standar ASAE (2009) kecepatan perjalanan yang direkomendasikan yakni berkisar antara 3,0 hingga 6,5 km/jam. Pada saat pengukuran lebar kerja (*cutting width*) berlangsung, sensor ultrasonik akan diatur pembacaannya dengan nilai *delay* sebesar 1 detik, sehingga pembacaan dapat dilakukan dengan cepat karena kondisi alat yang bergerak (dinamis). Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dipasangkan GPS *tracker* untuk menentukan kordinat dari pergerakan *mini combine harvester*. GPS *tracker* akan merecord kordinat bersamaan dengan sensor ultrasonik yang merecord lebar kerja (*cutting width*). Hasil pembacaan kordinat dapat dibuatkan menjadi peta plot pergerakan alat, selain itu kordinat juga dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk menganalisis hasil panen, mulai dari kandungan hara tanah, populasi tanaman, persentase kemunculan tanaman, kehilangan lahan yang tinggi pada tanaman karena penyakit atau hama, dan kehilangan biji-bijian yang tinggi karena tindakan mesin selama proses panen.

### D. Error Kondisi Dinamis

Error dinamis adalah kesalahan pengukuran lebar kerja (*cutting width*) oleh sensor saat *mini combine harvester* melakukan pemanenan. Error terjadi karena adanya perbedaan hasil dari pengukuran secara manual dengan pengukuran oleh sensor, perbedaan hasil pengukuran dapat disebabkan oleh faktor ketelitian dalam pembacaan (*human error*) maupun kesalahan teknis saat berada di lapangan, seperti braket yang bengkok saat terkena tajuk atau pematang sawah. Pengukuran secara manual pada kondisi dinamis dilakukan dengan mengukur lebar kerja (*cutting width*) pada jejak (*track*) pemotongan yang dilakukan oleh *mini combine harvester*. Adapun Gambar *track*

pergerakan *mini combine harvester* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Track Pergerakan Mini Combine Harvester* (Sumber : Hasil Penelitian)

### E. Kapasitas Kerja Alat

Pada perhitungan kapasitas kerja alat dilakukan dengan cara menentukan luas panen dalam satuan (ha). Luas panen dapat dicari dengan pengukuran lebar kerja (*cutting width*) secara *realtime*. Waktu yang diperlukan oleh *mini combine harvester* (jam) dalam proses pemanenan pada lahan dan dihitung dengan menggunakan Persamaan (6) (Yuswar, 2004).

$$KKA = \frac{L}{WK} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

KKA = Kapasitas kerja alat ( $\frac{ha}{jam}$ )

L = Luas lahan hasil pengerjaan (ha)

WK = Waktu kerja alat (jam)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

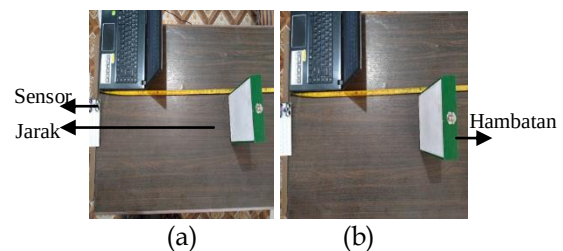
Uji kinerja statis dilakukan dengan cara membandingkan bacaan sensor (*predicted value*) dengan hasil pengukuran sebenarnya (*true value*) saat keadaan diam atau statis. Bacaan sensor (*predicted value*) didapatkan dari pengukuran menggunakan sensor ultrasonik baik sensor kiri maupun kanan, sedangkan hasil pengukuran sebenarnya (*true value*) didapatkan dari pengukuran secara langsung menggunakan alat ukur meteran.

### 1. Uji Akurasi Pembacaan Sensor Ultrasonik US-100 Kiri dan Kanan

Pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik US-100 adalah ketika pulsa *trigger* diberikan pada sensor, *transmitter* akan mulai

memancarkan gelombang ultrasonik yang memiliki frekuensi sebesar 40 kHz.

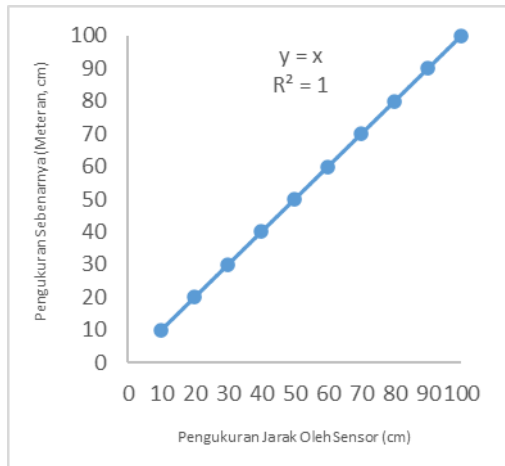
Uji akurasi sensor berguna untuk memastikan nilai yang terbaca oleh sensor sesuai dengan pengukuran jarak sebenarnya yang dilakukan dari pengujian di laboratorium. Uji akurasi sensor kiri dan kanan menggunakan 10 jenis variasi jarak dari target yang ditentukan. Adapun uji akurasi sensor kanan dan kiri dapat dilihat pada Gambar 7.



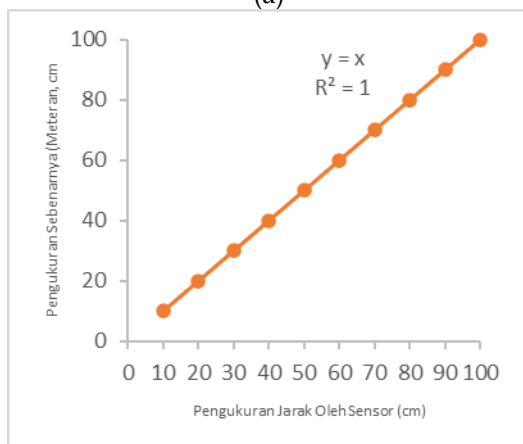
Gambar 7. Uji Akurasi Sensor Ultrasonik US-100 (a) Kanan dan (b) Kiri (Sumber : Hasil Penelitian)

Adapun hasil uji akurasi pembacaan sensor ultrasonik US-100 dapat dilihat pada Gambar 8.

Berdasarkan hasil pengolahan data uji akurasi sensor setelah diujikan dengan 10 variasi jarak pengukuran. Didapatkan hasil nilai  $R^2$  dari pembacaan sensor kanan dan sensor kiri adalah 1. Dimana perbandingan nilai pembacaan oleh sensor dengan pengukuran dengan menggunakan meteran yang dilakukan di laboratorium dikatakan akurat, karena angka 1 yang mana bisa di simpulkan bahwa sensor yang digunakan akurat dan bekerja dengan baik. Pada penelitian sebelumnya (Yun *et al.*, 2003) telah melakukan uji akurasi pada sensor ultrasonik untuk mengukur lebar kerja (*cutting width*) dengan cara melakukan percobaan ke dinding dengan interval 10 cm dari jarak 50 sampai 200 cm, hasil  $R^2$  yang didapatkan yakni sebesar 0,99. Nilai ini tidak berbeda jauh dengan nilai  $R^2$  yang didapatkan, yang berarti bahwa pengukuran sensor bekerja dengan sangat baik.



(a)



(b)

Gambar 8. Grafik Uji Akurasi Sensor Ultrasonik US-100 (a) Kanan dan (b) Kiri

## 2. Uji Akurasi Pembacaan Lebar Kerja (*Cutting Width*) pada Keadaan Statis

Pengujian akurasi pembacaan lebar kerja (*cutting width*) pada keadaan statis bertujuan untuk mengetahui ketepatan pembacaan sensor ultrasonik US-100 saat mengukur lebar kerja (*cutting width*) dibandingkan dengan pengukuran lebar kerja sebenarnya menggunakan meteran. Uji akurasi dimaksudkan untuk mensimulasikan kondisi dari *header mini combine harvester* saat melakukan pemanenan pada keadaan statis dengan menggunakan besi siku dengan panjang 120 cm serta ketinggian sensor pada masing-masing sisi kanan dan kiri yakni 30 cm. Kedua sensor ultrasonik US-100 dikoneksikan ke ESP32, kemudian hasil pembacaan dari sensor dapat dilihat pada aplikasi arduino IDE. Pada uji statis digunakan 5 buah *polybag* yang ditanami oleh padi (*oryza sativa* L). Gambaran uji akurasi

pembacaan lebar kerja (*cutting width*) pada keadaan statis dapat dilihat pada Gambar 9.

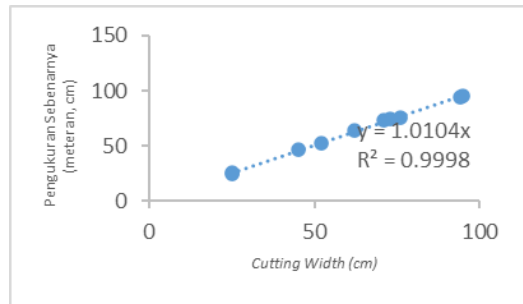


Gambar 9. Gambaran Uji Akurasi Pembacaan Lebar Kerja (*Cutting Width*) pada Keadaan Statis

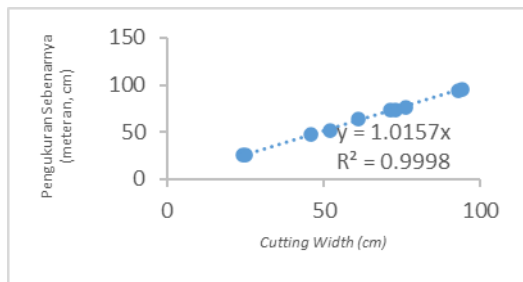
Sensor ultrasonik US-100 akan dipasang pada besi siku bagian kanan dan kiri agar dapat mengukur lebar kerja (*cutting width*) saat keadaan statis. Selanjutnya sensor bagian kanan dan kiri akan mengukur jarak ke tanaman padi (a) dan (b). Untuk mendapatkan lebar kerja (*cutting width*) hasil pembacaan (a) dan (b) dijumlahkan, setelah itu dikurangi dengan lebar *header* (LH) sehingga didapatkan lebar kerja (*cutting width*) dalam satuan cm. Adapun hasil uji akurasi pada ulangan pertama, kedua dan ketiga dapat dilihat pada Gambar 10.

Pengamatan yang dilakukan pada ulangan pertama, kedua dan ketiga dengan 10 variasi lebar kerja didapatkan nilai  $R^2 = 0,9998$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa data pembacaan sensor menurun dibandingkan dengan pembacaan jarak saat dilakukan tes akurasi pada kedua sensor. Hal ini terjadi karena faktor teknis seperti angin yang bertiup sehingga membuat tanaman padi tidak berdiri tegak dengan stabil. Akan tetapi hasil pembacaan bisa dikatakan akurat karena nilai regresinya mendekati 1. Pada penelitian sebelumnya (Yun *et al.* 2003) telah melakukan uji akurasi pada sensor ultrasonik untuk mengukur lebar kerja (*cutting width*) dengan cara melakukan percobaan ke tanaman padi (*oryza sativa* L) dengan interval 10 cm dari jarak 50 sampai 200 cm, hasil  $R^2$  yang didapatkan yakni sebesar 0,8736. Nilai ini tidak berbeda jauh dengan nilai  $R^2$  yang didapatkan pada penelitian ini, yang berarti bahwa

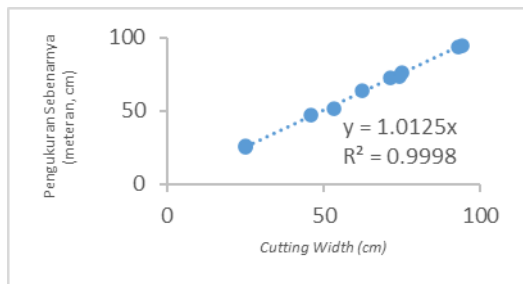
pengukuran sensor pada penelitian ini bekerja dengan sangat baik.



(a)



(b)



(c)

Gambar 10. Grafik Perbandingan Nilai Aktual Pembacaan Lebar Kerja Sensor Ultrasonik dengan Pengukuran Manual (a) Ulangan 1 (b) Ulangan 2 (c) Ulangan 3

### 3. Pembuatan Instalasi dan Pengujian Sistem Kontrol

Kebutuhan daya sistem disuplai oleh satu buah aki yang memiliki tegangan 12 Volt, kemudian untuk menurunkan tegangan digunakan *stepdown* 5 Volt. Komponen utama yang membutuhkan daya listrik pada sistem adalah ESP 32. ESP 32 memiliki batas tegangan input sebesar 3,3 volt sampai 5 volt. Masing-masing pin *input* dan *output* membutuhkan arus sebesar 40 mA. Total pin digital yang digunakan sebanyak 8 pin, yakni D4, D5, D18, D19, D23, D26, D33 dan D34 yang dihubungkan ke tegangan 5 volt

sehingga daya yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Daya} = 3,3 \text{ Volt} \times (0,04 \times 8) = 3,3 \text{ Volt} \times 0,32 \text{ A} = 1,056 \text{ Watt}$$

### 4. Uji GPS Tracker

Pembacaan GPS *tracker* tipe Ublox yaitu *signal* digital sehingga kita tidak perlu melakukan fungsi *map* atau mengkonversi ke *decimal degrees*, karena sensor Ublox adalah sensor kordinat yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit.

Uji GPS *tracker* dilakukan untuk melihat apakah GPS mampu *me-record* hasil pembacaan *latitude* serta *longitude* kordinat yang diinginkan. Dilakukan gerakan zig-zag untuk melihat apakah GPS dapat membaca pergerakan *track* berbelok. Kemudian hasil pembacaan kordinat tersebut akan di inputkan pada aplikasi Arcgis untuk melihat plot pergerakan. Menurut (Singh *et al.*, 2013) GPS menggunakan sinyal yang diterima dari berbagai satelit yang tersedia dan kontrol umpan balik untuk mengukur lokasi yang diinginkan, serta menggunakan sinyal untuk menampilkan kecepatan gabungan.

Keuntungan signifikan dari teknologi pemetaan GPS adalah untuk mengamati akurasi sub meternya. *Global Positioning System* (GPS) adalah kombinasi dari segmen berbasis ruang. Adaptasi sistem GPS ke dalam pertanian telah membawa peluang baru untuk menghasilkan teknologi pemantauan (Singh *et al.*, 2013). Saat ini, operator tidak hanya dapat melihat nilai hasil waktu nyata pemanenan, tetapi teknologi GPS dapat mengambil nilai tersebut dan membuat titik kode warna, kisi, atau peta kontur lapangan dari data spasial yang dapat ditampilkan dalam bentuk peta hasil *kriging*. Peta yang dikembangkan dari nilai hasil yang masuk dikenal sebagai peta hasil (*yield mapping*). Peta hasil ini dapat ditransfer dari memori tampilan atau sistem *database* ke komputer, tablet, atau bahkan telepon secara berurutan untuk membantu produser melacak data sehingga dapat membuat keputusan manajemen lapangan yang tepat (Nathan, 2014).



## 5. Koneksi ke Database

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System*, merupakan penerus dari mikrokontroler ESP 8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul *WiFi* dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Modul *WiFi* ini dapat dihubungkan kedalam sistem *database* berbasis *website*. Pada penelitian ini, sistem penyimpanan data hasil pengukuran lebar kerja (*cutting width*) serta kordinat menggunakan 2 macam penyimpanan, yaitu berbasis *datalogger* dan berbasis *website*.

Pengukuran lebar kerja (*cutting width*) pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik US-100 serta *GPS tracker* untuk menentukan kordinat pergerakan alat panen padi. Setelah sensor ultrasonik dan *GPS* melakukan pembacaan, maka data akan dan dikirim ke ESP32 untuk diolah, kemudian ESP32 akan mengirimkan data tersebut kedalam file penyimpanan *SD Card* untuk melakukan *logging* data sehingga data dapat tersimpan. Adapun program coding yang diinputkan antara ESP 32 dengan *datalogger* dapat dilihat pada Gambar 11.

```
// Write the sensor readings on the SD card
void logData() {
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
    Serial.print("Data: ");
    Serial.print("Time: ");
    Serial.print("Lat: ");
    Serial.print("Long: ");
    Serial.print("Left: ");
    Serial.print("Right: ");
    Serial.print("Cutting Width: ");
    Serial.print("\n");
    // Write to the SD card (DON'T FORGET THIS FUNCTION)
    void writeDataToSD(char * path, const char * message) {
        Serial.print("Writing file: ");
        Serial.print(path);
        Serial.print("\n");
        if (!file) {
            Serial.println("Failed to open file for writing");
            return;
        }
        if (!file.print(message)) {
            Serial.println("File write error");
        } else {
            Serial.println("File saved");
        }
        file.close();
    }
    // Append data to the SD card (DON'T FORGET THIS FUNCTION)
    void appendDataToSD(char * path, const char * message) {
        Serial.print("Appending to file: ");
        Serial.print(path);
        Serial.print("\n");
        if (!file) {
            Serial.println("Failed to open file for writing");
            return;
        }
        if (!file.print(message)) {
            Serial.println("File write error");
        } else {
            Serial.println("File saved");
        }
        file.close();
    }
}
```

Gambar 11. Program Perintah Datalogger

Data yang sudah diterima dan diolah oleh ESP32 juga dimunculkan pada *localhost web* berbentuk tabel dan grafik. Cara kerja dari *localhost* yaitu dimana ESP32 akan menjalankan program menggunakan *library webserver* sehingga dapat membuka *localhost web* tersebut. Setelah itu untuk tampilan pada *localhost web* tersebut juga dilakukan pemrograman pada ESP32 dengan menggunakan salah satu bahasa pemrograman *web* yaitu *HTML*. Adapun

tampilan *localhost web* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan *localhost web*

Cara mengakses *localhost web* tersebut ialah dengan cara menyambungkan perangkat yang akan digunakan untuk melakukan *monitoring* seperti laptop ataupun *handphone* yang terkoneksi dengan jaringan yang sama dengan ESP32 sehingga *localhost* tersebut dapat dibuka, untuk mengetahui *IP address* yang digunakan guna membuka *localhost web* tersebut yaitu dengan cara melihatnya pada serial monitor karena sudah terprogram untuk memunculkan *IP address* untuk *localhost*.

## 6. Error Pengukuran Lebar Kerja (*Cutting Width*) pada Kondisi Statik

Error saat pengukuran lebar kerja (*cutting width*) pada kondisi statik merupakan kejadian dimana adanya kesalahan pengukuran saat alat berada dalam keadaan diam atau statik, artinya tidak ada variasi kecepatan yang diberikan. Banyak sekali pendapat dan definisi mengenai *error*. Berdasarkan definisi (Handayani, 2011) *error* adalah penyimpangan yang bersifat sistematis dimana hal ini dapat terjadi karena adanya perbedaan hasil dari pengukuran secara manual dengan pengukuran oleh alat, perbedaan hasil pengukuran ini dapat disebabkan oleh faktor ketelitian dalam pembacaan (*human error*) maupun kesalahan kalibrasi alat yang dirancang. Pengukuran *error* statik dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor (*predicted value*) dengan hasil pengukuran sebenarnya (*true value*). Pengambilan data dilakukan dengan 10 variasi jarak yang masing-masing variasi dilakukan 3 kali ulangan. Perhitungan *error*, persentase *error*

dan *standar error* dilakukan dengan menggunakan persamaan 3, 4 dan 5. Adapun hasil analisis *error* pada masing-masing data pada uji statis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis *error* pengukuran lebar kerja (*cutting width*) pada kondisi statis

| Data      | Error (cm) | Persentase Error (%) | Standar Error |
|-----------|------------|----------------------|---------------|
| 1         | 0,67       | 0,71                 | 0,34          |
| 2         | 2,34       | 3,65                 | 0,34          |
| 3         | 1,34       | 2,84                 | 0,34          |
| 4         | 0,34       | 0,64                 | 0,34          |
| 5         | 0,34       | 1,34                 | 0,34          |
| 6         | 1          | 3,85                 | 0             |
| 7         | 0,34       | 0,44                 | 0,34          |
| 8         | 0,67       | 0,7                  | 0,34          |
| 9         | 2          | 2,74                 | 0             |
| 10        | 0,67       | 0,9                  | 0,34          |
| Rata-rata | 0,971      | 1,781                | 0,272         |

Tabel 1 menjelaskan mengenai tingkat *error* (cm), persentase *error* (%) dan standar *error* pada hasil pembacaan lebar kerja (*cutting width*) saat uji statik. Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa *error* berkisar antara 0,34-2,34 cm. Pada tingkat persentase *error* didapatkan rentang antara 0,44-3,85%. Adapun pada perhitungan standar *error*, didapatkan nilai antara 0-0,34.

Pada penelitian sebelumnya (Yun *et al.*, 2003) mendapatkan nilai kesalahan (*error*) rata-rata sebesar 2,5195 cm, sedangkan *error* maksimum yang didapatkan adalah sebesar 4,8021 cm. Pengukuran dilakukan selama 1 menit pada kondisi stasioner dengan 3 kali ulangan. Tentunya nilai *error* yang didapatkan pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan nilai *error* yang didapatkan pada penelitian sebelumnya, hal ini menunjukkan bahwa pengukuran lebar kerja (*cutting width*) pada kondisi statik bekerja dengan sangat baik.

### SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, sistem pengukuran lebar kerja (*cutting width*) berbasis sensor ultrasonik US-100 dapat melakukan pengukuran lebar kerja dengan baik pada saat uji statis maupun dinamis.

Pembacaan sensor ultrasonik US-100 sudah mendekati nilai sesungguhnya dengan nilai  $R^2$  berturut-turut pada 3 ulangan yakni sebesar 0,9987, 0,9988 dan 0,9987. Selanjutnya, Sistem *database* menjadi lebih maksimal dengan adanya sistem *database* berbasis IoT maupun datalogger.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Andalas atas support dana dalam menyelesaikan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aslan, -S. 2008. A grain flow model to simulate grain yield sensor response. *Sensors*. 8(2), 952-962. <https://doi.org/10.3390/s8020952>
- Fulton, J., Hawkins, E., Taylor, R., Franzen, A. 2018. *Yield monitoring and mapping*. In *Precision Agriculture Basics*. Amerika; SSSA Books
- Handayani. 2011. *Analisis Kesalahan dalam Penguasaan Gairaigo*. Proposal Tesis Magister UPI.
- Nathan, W., 2014. *Analysis of A Combine Grain Yield Monitoring System*. Thesis. Iowa State University, Iowa.
- Purti, R, -E., Yahya, -A., Ju, O, -Y., Isa, M, -M., Aziz, S, -A. 2021. Portable wireless yield monitoring system on conventional rice combine. *Applied Engineering in Agriculture*. 37(1), 193-203. <http://dx.doi.org/10.13031/aea.13191>
- Putri, R, -E., Putri, -I., Arlius, -F., Ade, -S., Geraldo, J, -P. 2022. Real-time Measurement of Cutting Width on a Mini Rice Combine Harvester. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1059(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1059/1/012003>
- Singh, -M., Kumar, -R., Sharma, -A., Singh, -B., Mishra, P, -K., Sharma, -K. 2013. Evaluation of yield monitoring system installed on indigenous grain combine harvester for rice crop. *CIGR Journal*. 15(3), 148-153. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/2556>
- Standards, A., 2009. *Agricultural machinery management data*. MI: ASAE
- Yun, S, -H., Tearney, G, -J., de Boer, J, -F., Iftimia, -N., Bouma, B, -E. 2003. High-speed optical frequency-domain imaging. *Optics Express*. 11(22), 2953-2963. <https://doi.org/10.1364/OE.11.002953>
- Yuswar, Y. 2004. *Tanah dan Pengolahan*. Bandung: CV. ALFABETA