

# Alat Tanam Jagung dengan Kontrol Jarak Tanam dan Kualitas Biji Berdasarkan Ukuran

Yul Antonisfia<sup>1</sup>, Roza Susanti<sup>2\*</sup>, Nadia Alfitri<sup>3</sup>, Anton Hidayat<sup>4</sup>, Rieke Syochrani Zaef<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang  
\*Corresponding Author : [rozususanti.pnp@gmail.com](mailto:rozususanti.pnp@gmail.com)

**Abstrak**— Telah dilakukan pembuatan alat tanam jagung dengan kontrol jarak tanam dan kualitas biji berdasarkan ukuran . Sasaran penelitian ini membuat sebuah *prototype* alat tanam jagung dengan kontrol jarak tanam dan kualitas biji berdasarkan ukuran terkendali mikrokontroler. Metode penelitian dimulai dari pembuatan prototipe, dan pengukuran kinerja sistem. Hasil pengukuran kinerja alat ditunjukkan dengan kesalahan pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 di titik 2 cm dengan nilai *error* 10% yang mendekati nilai pengukuran sebenarnya sedangkan untuk pembacaan jarak pada sensor ultrasonik di titik > 2 cm dapat dikatakan konstan terhadap jarak sebenarnya. Hasil pengujian motor driver BTS7960 bekerja sesuai dengan deskripsi kerja sistem dan mampu mengendalikan *pulse width modulation* (PWM) dan arah putaran motor DC dengan baik. Motor stepper 28BYJ-48 dapat mengoperasikan sistem kerja penjataan benih dengan baik dan akurat untuk memutar motor dengan sudut 90° membutuhkan waktu 30 detik. Secara keseluruhan alat dapat berfungsi dengan baik. Saran untuk penelitian lanjutan, dapat ditambahkan monitoring hasil tanam jagung berbasis *Internet of Things* (IoT).

**Kata Kunci:** Jagung, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Arduino UNO, LCD

**Abstract**— A corn planting tool has been made by controlling spacing and seed quality based on size. The aim of this research is to make a *prototype* corn planting tool with plant spacing and seed quality control based on microcontroller controlled size. The research method starts from making a *prototype*, and measuring system performance. The results of measuring the performance of the tool are indicated by an error in the reading of the HC-SR04 ultrasonic sensor at a point of 2 cm with an error value of 10% which is close to the actual measurement value, while for reading the distance on the ultrasonic sensor at a point > 2 cm it can be said to be constant to the actual distance. The test results of the BTS7960 motor driver work according to the system work description and are able to control the pulse width modulation (PWM) and the direction of rotation of the DC motor properly. The 28BYJ-48 stepper motor can operate the seed rationing system properly and accurately to rotate the motor at an angle of 90° takes 30 seconds. Overall the tool can function properly. Suggestions for further research, can be added monitoring of corn planting results based on the *Internet of Things* (IoT).

**Keywords :** Corn, Ultrasonic Sensor HC-SR04, Arduino UNO, LCD

© 2022 Elektron Jurnal Ilmiah

## I. PENDAHULUAN

Jagung (*Zea Mays* L) sampai saat ini masih merupakan komoditas strategis setelah padi, karena di beberapa daerah jagung masih merupakan bahan makanan pokok kedua setelah beras [1]. Jagung juga mempunyai arti penting dalam pengembangan industri di Indonesia karena merupakan bahan baku untuk industri pangan maupun industri pakan ternak, khususnya pakan ayam [2]. Semakin berkembangnya industri pengolahan pangan di Indonesia maka kebutuhan jagung juga akan semakin meningkat. Untuk memperoleh produktivitas yang tinggi dalam menanam jagung, jarak tanam merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting [3]. Jarak tanam yang terlalu rapat menyebabkan tanaman jagung tumbuh tidak seragam dikarenakan persaingan akar dalam memperoleh makanan lebih besar antara satu sama lain [4]. Namun apabila jarak tanam dibuat terlalu lebar maka akan diperoleh produktivitas yang rendah karena masih ada luas lahan yang tidak dimanfaatkan [5]. Maka dari itu keseragaman jarak tanam dan kedalaman lubang harus sangat diperhatikan dalam proses penanaman jagung [6].

Lahan pertanian di Indonesia pada umumnya berpetak-petak dan sedikit sekali yang memiliki lahan yang luas milik pribadi, sehingga penanaman jagung sebagian besar dilakukan secara manual menggunakan tugal. Proses penugalan merupakan pembuatan lubang tanam dengan menggunakan tongkat kayu, setelah lubang tanam terbuat maka selanjutnya benih dimasukkan ke dalam lubang tersebut dengan tenaga manusia [7]. Tahap penanaman benih membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar dengan biaya yang tidak sedikit. Hingga kini alat tanam benih jagung yang ada di pasaran diperuntukkan bagi lahan pertanian yang luas hingga mencapai ribuan hektar dan keadaan tanah yang berbeda dengan lahan pertanian di Indonesia. Perbedaan karakteristik alat tanam yang ada menyebabkan petani jagung Indonesia belum berani menggunakan alat tanam jagung yang ada.

Berdasarkan permasalahan tersebut dirancang alat tanam jagung berbasis mikrokontroler berdasarkan jarak dan kedalaman lubang tanam. Alat ini juga dapat mengatasi permasalahan penanaman seperti kebutuhan tenaga dan kurang presisi dalam penanaman. Penelitian yang berkaitan telah dilakukan sebelumnya, menggunakan pipa besi bulat, pipa hollow, dan plat

besi Safridatul, dkk membuat alat penanam benih kacang tanah [8] hasil penelitian menunjukkan alat dapat menanam dengan membuka tanah dua jalur tetapi alat tidak dapat menentukan ukuran jarak tanam dan kedalaman pembuka alur agar sesuai dengan kebutuhan benih kacang tanah. Menggunakan konsep yang sama sorowako, dkk mengembangkan alat penanam padi dengan sistem penggerak manual dan motor bakar [9] hasil penelitian menunjukkan mesin penanam padi dapat melakukan penanaman dengan metode tancap. Alat penanam benih jagung dan penyiraman dikembangkan oleh sianipar, dkk [10]. Pada penelitian ini proses penyiraman digunakan 2 jenis alat penyiraman yaitu menggunakan pompa dan tidak menggunakan pompa, tetapi alat ini hanya berfungsi baik pada tanah yang sudah diolah dan tidak dapat menentukan ukuran jarak tanam.

Alat tanam jagung yang dirancang pada penelitian ini dapat mendeteksi kapasitas jagung agar penjatahan benih bekerja dengan baik. Menggunakan jarak tanam 20-22 cm dengan harapan penjatahan benih sebanyak 1 benih per lubang pada kedalaman 2,5- 5 cm. Untuk membentuk lubang dengan jarak tanam 20-22 cm dengan kedalaman 2,5- 5 cm ini dilakukan proses penunggalan dengan menggunakan dengan mata tugal sebagai pembuat lubang tanam dan roda motor kiri dan kanan sebagai penggerak alat untuk menentukan jarak jatuhnya benih jagung.

Penggunaan alat tanam benih jagung ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja petani jagung sehingga dapat meraih efisiensi dan efektifitas kerja yang tinggi. Selain itu pemasyarakatan alat ini dimaksudkan untuk meningkatkan antusiasme penduduk Indonesia khususnya petani jagung dalam rangka intensifikasi pertanian dengan pengurangan biaya produksi untuk mencapai keuntungan maksimal.

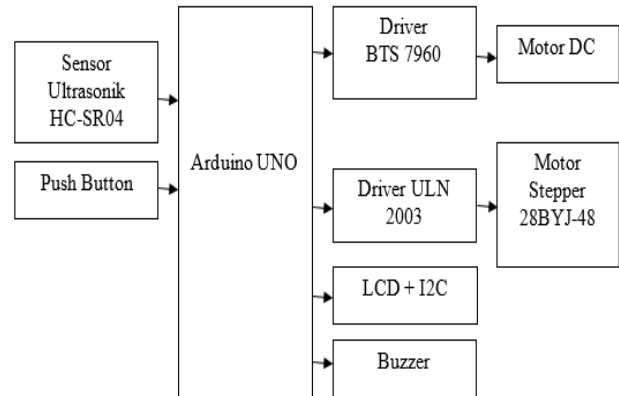
## II. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pembuatan *prototype* alat yang dimulai dari studi *literature*, perancangan system, perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), pengujian hardware, software dan analisa hasil pengujian.

### 2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini terdiri dari perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Blok diagram alat ditunjukkan pada Gambar 1. Sensor *ultrasonik* HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi kapasitas benih pada wadah benih jagung. *Push button* yang difungsikan untuk tombol pengaturan sistem pada menu alat ini. *Mikrokontroler* Arduino UNO difungsikan sebagai pengendali sistem secara keseluruhan untuk melakukan proses pengolahan data mengontrol seluruh blok dari sistem sehingga sistem dapat bekerja secara sinkron. Untuk mengendalikan PWM dan arah putar motor DC digunakan Driver BTS 7960. 3 buah motor DC difungsikan sebagai penggerak

roda kiri dan kanan alat. dan penggerak roda penanam/pelubang. Motor Stepper 28BYJ-48 difungsikan untuk mengatur putaran pada penjatahan benih dalam sebuah wadah. LCD digunakan untuk menampilkan informasi pada alat dan *buzzer* digunakan sebagai *indikator* pada wadah yang kosong.



Gambar 1 .Blok diagram alat

### 2.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Rangkaian elektronika pada alat ini terdiri dari rangkaian (a) sensor HC-SR04, (b) *Push Button*, (c) Motor *driver* BTS7960 dan Motor DC, (d) Motor *driver* ULN 2003A dan Motor *stepper* 28BYJ-48, (e) LCD dan I2C, (f) *Buzzer* yang ditunjukkan pada Gambar 2.

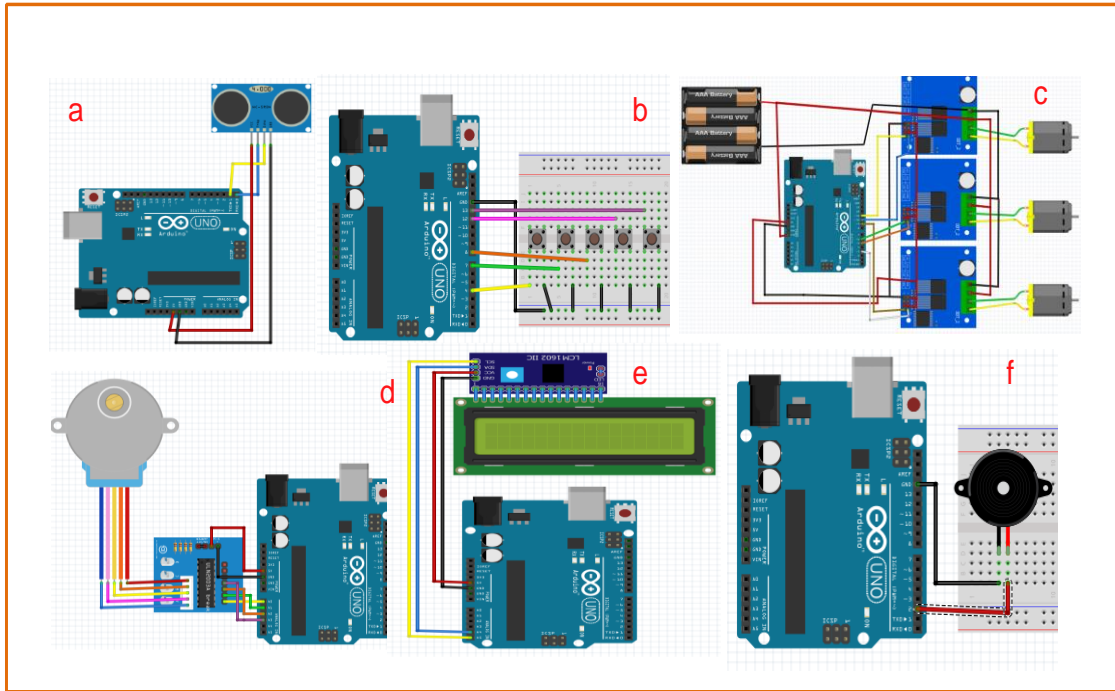
Sensor HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak antara suatu objek [11][12] yang dihubungkan pada Pin 0 dan Pin 1 mikrokontroler. 5 *Push button* difungsikan sebagai *input* untuk menentukan dan mengatur sistem proses kerja alat dihubungkan pada Pin 13, 12, 8,7 dan 4 mikrokontroler. Motor *driver* BTS7960 difungsikan sebagai *driver* untuk mengatur arah putar motor DC dan juga kekuatan putaran motor DC. Motor Driver BTS7960 mampu menangani tegangan input sebesar 6 -27 V DC dengan arus input sebesar 43 *ampere* [13] dihubungkan pada pin 3,5,6,9, 10 dan 11.

Motor *driver* ULN2003A difungsikan untuk mengatur arah putar dan sudut motor serta kecepatan putaran motor stepper 28BYJ-48. Pada IC ULN 2003A terdapat 7 buah rangkaian transistor *darlington* yang membentuk logika kerja seperti gerbang logika NOT untuk mendapatkan penguatan ganda sehingga dapat menghasilkan penguatan arus yang besar [14] yang dihubungkan pada pin A0, A1,A2 dan A3.

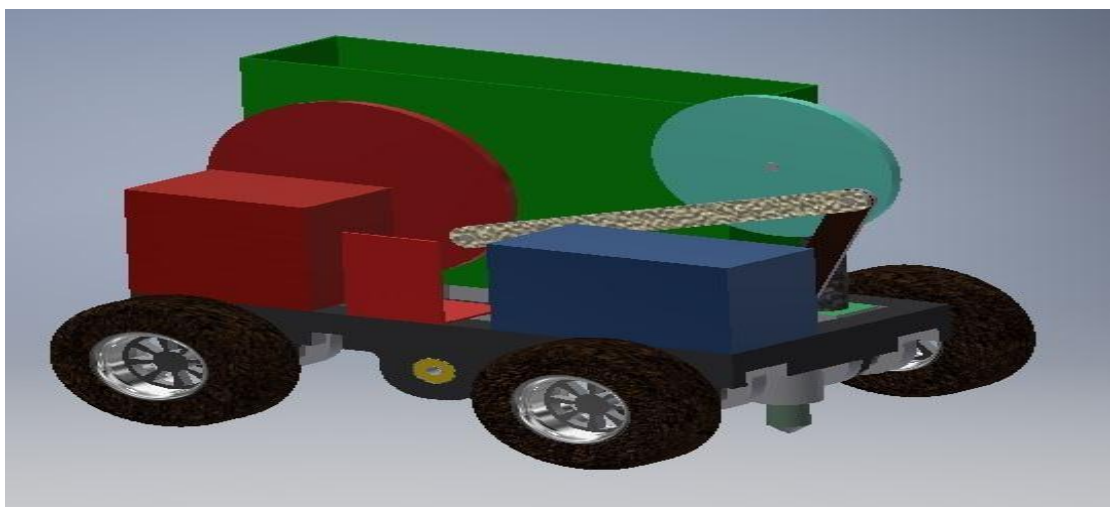
Rangkaian LCD menampilkan informasi pengaturan dan proses sistem alat . Pin LCD terhubung ke pin I2C dan pin I2C terhubung pada pin SDA, SCL mikrokontroler. *Buzzer* digunakan sebagai indikator wadah pada benih jagung dihubungkan pada pin 2 dan pin ground mikrokontroler. Penempatan pin rangkaian keseluruhan ditunjukkan pada tabel 1.Rancangan alat dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 1. Keterhubungan antar pin pada modul Arduino, sensor, dan LCD

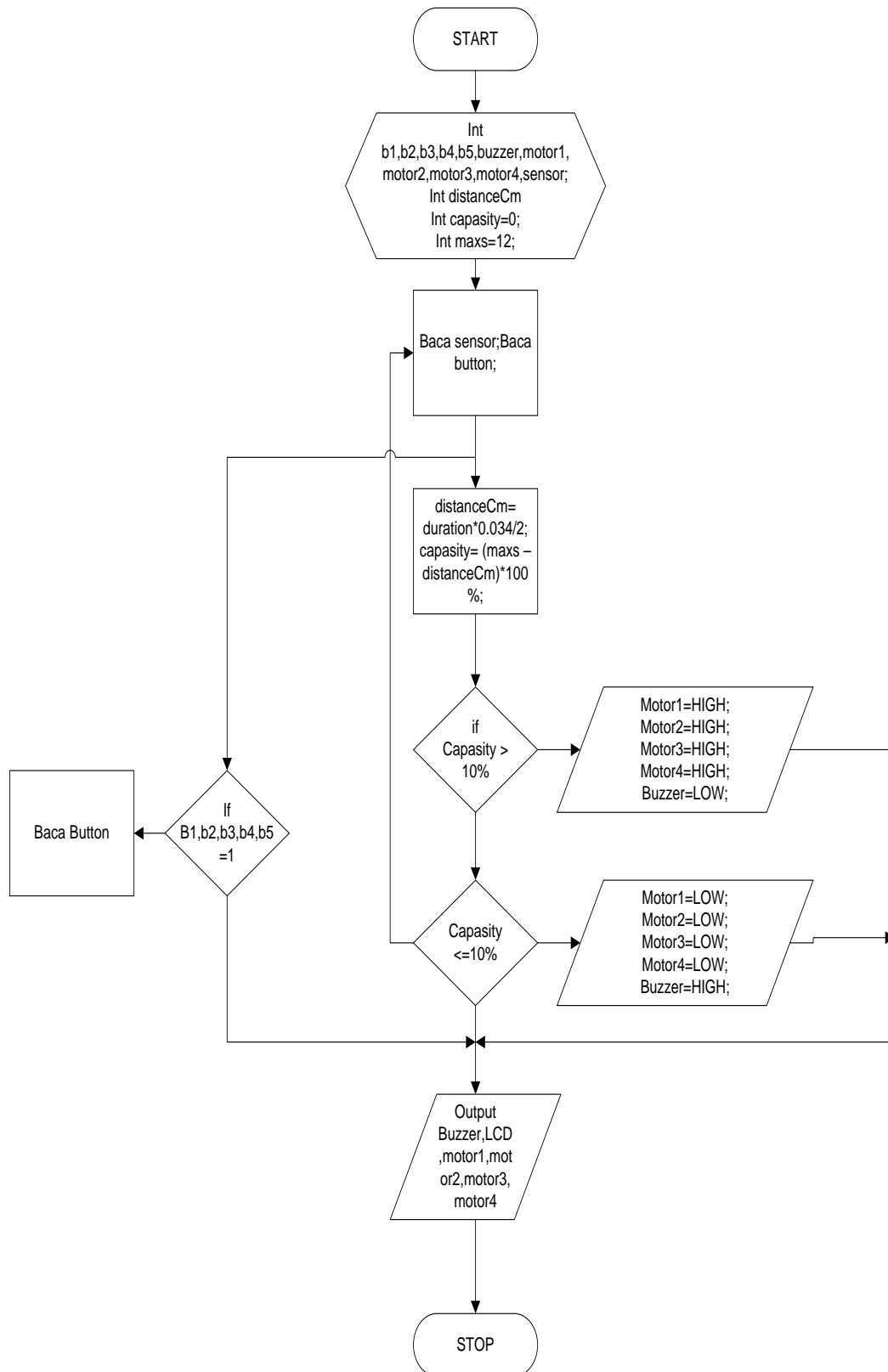
Komponen	Pin mikrokontroler Arduino	Keterangan
Push Button	13, 12, 8,7 dan 4	difungsikan sebagai input untuk menentukan dan mengatur sistem proses kerja alat
Sensor Ultrasonik HC-SR04	Echo (0)	input
	Trigger (1)	output
LCD	SDA, SCL	menampilkan informasi pengaturan dan proses sistem alat
Motor Driver BTS7960	3,5,6,9, 10 dan 11.	mengatur arah putar motor DC
Motor driver ULN2003A	A0, A1,A2 dan A3	mengatur arah putar dan sudut motor serta kecepatan putaran motor stepper
Buzzer	2 dan ground	sebagai indikator wadah pada benih jagung



Gambar 2. Pengawatan terintegrasi prototipe Alat Tanam Jagung dengan Kontrol Jarak Tanam dan Kualitas Biji Berdasarkan Ukuran



Gambar 3. Perancangan Prototype Alat



Gambar 4. Algoritma pemrograman prototipe Alat Tanam Jagung dengan Kontrol Jarak Tanam dan Kualitas Biji Berdasarkan Ukuran

### 2.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Algoritma Alat Tanam Jagung dengan kontrol jarak tanam dan kualitas biji berdasarkan ukuran dapat dilihat pada gambar 4. Proses dimulai dari inisialisasi I/O. 2. Selanjutnya proses pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dan *push button*. Pembacaan sensor ultrasonik dikonversikan dari pembacaan jarak dengan satuan cm (*centimeter*) menjadi % (*persentase*)[12]. Jika saat *capacity* > 10% maka motor penggerak roda dan penggerak mekanik pelubang/penanam beroperasi dengan baik dan *buzzer* tidak aktif. Jika *capacity* < 10% maka motor penggerak roda dan penggerak mekanik pelubang/penanam beroperasi akan berhenti bekerja dan *buzzer* akan berbunyi yang mengindikasikan bahwa wadah tersisa sedikit dan diisi ulang.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selanjutnya dilakukan pengujian alat bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alat yang telah dibuat. Alat yang berbentuk *prototype* ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Purwarupa Alat Tanam Jagung dengan Kontrol Jarak Tanam dan Kualitas Biji Berdasarkan Ukuran

#### 3.1 Pengukuran pada modul sensor ultrasonik HC-SR04 dan Arduino Uno

Pengujian dilakukan pada modul sensor ultrasonik HC-SR04 untuk menguji kinerja sensor pada saat digunakan untuk mendeteksi jumlah kapasitas benih jagung yang mana diletakkan pada tutup wadah dan diukur berdasarkan jarak ketinggian antara tutup dan titik dasar wadah dan dibandingkan terhadap mistar ukur. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6 pada pengukuran di titik 1 cm nilai *error* adalah 100% yang menandakan pada saat pembacaan sensor ultrasonik terlalu dekat terjadi kesalahan pembacaan jarak. Dan pada pengukuran di titik 2 cm nilai errornya adalah 10% yang mana mendekati nilai pengukuran sebenarnya sedangkan untuk pembacaan

jarak pada sensor ultrasonik di titik > 2 cm dapat dikatakan konstan terhadap jarak sebenarnya berdasarkan hal tersebut rata-rata persentase *error* yang didapatkan pada pembacaan sensor ultrasonik HC-SRF04 adalah 11%.



Gambar 6. Hasil pengujian sensor ultrasonik HC SRF04

#### 3.2 Pengujian dan Analisa Motor *Driver* BTS 9760 dan Motor DC

Pada Alat tanam jagung ini digunakan motor *driver* pada tuas penanam bibit. Jenis motor yang digunakan adalah BTS7960. Pengukuran motor DC ini dilakukan bertujuan untuk memeriksa apakah motor driver BTS7960 bekerja sesuai dengan deskripsi kerja sistem dan mampu mengendalikan *pulse width modulation* (PWM) dan arah putaran motor DC dengan baik.

Sebagai kendali digunakan arduino untuk mengendalikan *input* PWM sesuai dengan *listing* program yang dirancang dengan *output* PWM Motor DC sebagai berikut (i) Motor 1 = Menjalankan roda kanan belakang dengan *delay* 3000 ms, (ii) Motor 2 = Menjalankan roda kanan belakang dengan *delay* 3000 ms, (iii) Motor 3 = Memutar mekanik penanam/pelubang dengan *delay* 2000 ms. Perhitungan matematis adalah sebagai berikut :

$$\text{PWM motor 1} = \text{PWM motor 2} = 110$$

$$\text{Tegangan Input} = 12 \text{ V DC}$$

$$\text{PWM}(255) = 12 \text{ V DC}$$

$$\text{PWM}(80) = (110/255) \times 12 \text{ V} \\ = 5,18 \text{ V}$$

$$\text{PWM motor 3} = 220$$

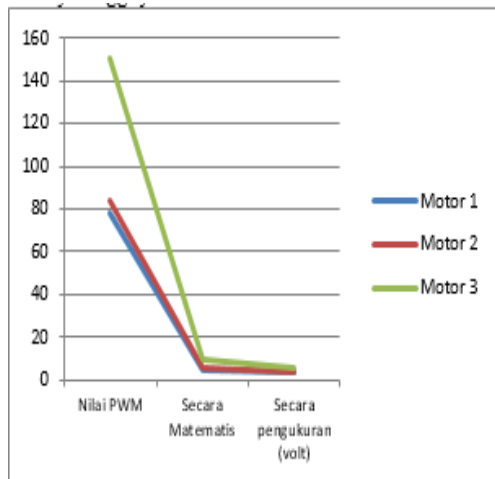
$$\text{Tegangan Input} = 12 \text{ V DC}$$

$$\text{PWM}(255) = 12 \text{ V}$$

$$\text{PWM}(150) = (220/255) \times 12 \text{ V} \\ = 9,88 \text{ V}$$

Hasil Pengukuran motor DC dengan Nilai PWM ditunjukkan pada Gambar 7.





Gambar 7 . Hasil Pengukuran Motor DC dengan Nilai PWM

Berdasarkan pengukuran tiga motor DC tersebut didapatkan rata-rata persen *error* menggunakan persamaan [15] adalah senilai 15%.

### 3.3 Pengukuran dan Analisa Motor Driver ULN2003 dan Motor Stepper 28BYJ-48

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui apakah motor *driver* bekerja sesuai dengan deskripsi kerja sistem yang mampu memutar sudut motor *stepper* secara akurat serta mengatur kecepatan putaran motor stepper 28BYJ-48. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Motor Stepper

Percobaan ke-	Input Program	Hasil Pengamatan	Durasi Jeda(s)
1	90°	90°	30
2	90°	90°	30
3	90°	90°	30

Berdasarkan Tabel 2 pengujian motor *stepper* 28BYJ-48 sangat akurat terhadap *input* program yang dirancang dengan hasil pengamatan yang diamati. Untuk memutar motor dengan sudut 90° membutuhkan waktu 30 detik. Dengan demikian motor *stepper* 28BYJ-48 dapat mengoperasikan sistem kerja penjataan benih dengan baik dan akurat.

### 3.4 Pengujian dan Alat Keseluruhan

Pengujian keseluruhan rancang bangun alat tanam jagung berbasis mikrokontroler bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi seperti yang diharapkan. Parameter yang diamati pada pengujian keseluruhan sistem kerja alat ini dapat dilihat dari Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian secara keseluruhan

Percobaan ke-	Kapasitas Benih	Jarak Tanam (cm)	Kedalaman Lubang (cm)	Jumlah Benih (biji)	Keadaan Buzzer	Waktu Tempuh (detik)
1	20%	0	0	0	LOW	0
2	20%	22	4	2	LOW	2.2
3	20%	21	3	4	LOW	2.1
4	20%	23	3	3	LOW	2.4
5	20%	21	2	2	LOW	2.1
6	20%	21	3	0	LOW	2.1
7	20%	20	4	1	LOW	2.0
8	20%	22	3	1	LOW	2.2
9	10%	0	0	0	HIGH	0
10	10%	0	0	0	HIGH	0

Berdasarkan Tabel 3, pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Percobaan 1 adalah titik awal dalam pengoperasian kerja alat. Selanjutnya pada percobaan 2 hingga 8 sistem alat bekerja, kapasitas benih yang terbaca oleh sensor ultrasonik senilai 20% variasi nilai data yang terlihat pada tabel 3. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja alat tersebut berjalan secara optimal dengan ditandai *buzzer* dalam keadaan tidak aktif. Pada percobaan 9 dan 10 kapasitas benih yang terbaca oleh sensor ultrasonik senilai 10% kinerja alat akan berhenti beroperasi dan *buzzer* akan berbunyi yang menandakan bahwa jika alat ini bekerja kembali diharapkan untuk diisi kembali. Hal ini dirancang karena pada saat kapasitas menunjukkan persentase 10% setelah diamati sudah tidak bisa lagi bagi penjataan benih untuk memutar celah benih dengan optimal. Oleh sebab itu,dirancang program alat ini akan bekerja jika pengisian wadah benih harus lebih dari 10%.

## IV KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan sesuai dengan tujuan penelitian dapat disimpulkan alat ini mampu bekerja secara optimal saat jumlah kapasitas wadah dengan presentase lebih dari 10%, dengan jarak tanam 20-22 cm, penjataan benih sebanyak 1 benih per lubang pada kedalaman 2,5-cm. Pelobangan dengan mata tugal sebagai pembuat lubang tanam dan roda motor kiri dan kanan sebagai penggerak alat untuk menentukan jarak jatuhnya benih jagung tanam disebabkan oleh terhambatnya jalur keluarnya jagung dari corong penyalur benih.

## REFERENSI

- [1] A. Tangkilisan *et al.*, "Utilization Of Rice Corn ( *Zea mays* L.) On Food in District South Minahasa," 2013.
- [2] T. Bantacut, M. T. Akbar, and Y. R. Firdaus, "Pengembangan Jagung untuk Ketahanan Pangan, Industri dan Ekonomi," *J. Pangan*, vol. 24, no. 2, pp. 135–148, 2015.
- [3] N. Maghfiroh, M. L. Iskandar, and U. Made, "Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Pola Jarak Tanam yang

- Berbeda dalam Sistem Tabela,” *J. Agrotekbis*, vol. 5, no. 2, pp. 212–221, 2017.
- [4] H. Tanaman *et al.*, “Pengaruh Jarak Tanam dan Jumlah Benih Perlubang Tanam Terhadap,” vol. 11, no. 2, pp. 164–178, 2018.
- [5] A. A. Yudianto, S. Fajriani, and N. Aini, “Pengaruh Jarak Tanam dan Frekuensi Pembumbunan terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Garut (*Marantha arundinaceae L.*),” *J. Produksi Tanam.*, vol. 3, no. 3, pp. 172–181, 2015.
- [6] H. W. Pratama and M. Baskara, “PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS ( *Zea mays saccharata Sturt* ) THE EFFECT OF SEEDS SIZE AND DEPTH OF PLANTING ON GROWTH AND YIELD OF SWEET CORN ( *Zea mays saccharata Sturt* ),” *J. Produksi Tanam.*, vol. 2 No. 7, no. Jagung, pp. 576–582, 2014.
- [7] S. Suhendra and F. Nopriandy, “Rancang Bangun dan Uji Kinerja Tugal Semi-Mekanis dengan Sistem Penjatah Berputar untuk Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*),” *Positron*, vol. 8, no. 1, p. 37, 2018, doi: 10.26418/positron.v8i1.23849.
- [8] S. Audah, R. E. Rahma, A. Bakti, and R. Darma, “Rancang Bangun Alat Penanam Benih Kacang Tanah,” *Inotera*, vol. 2, no. 2, pp. 22–25, 2017, doi: 10.31572/inotera.Vol2.Iss2.2017.ID34.
- [9] A. T. Sorowako, “Penggerak Manual Dan Motor Bakar,” vol. 10, no. 1, pp. 23–29, 2018.
- [10] T. P. O. Sianipar and Z. Fatoni, “Perancangan Alat Penanam Benih Jagung Dan Penyiraman,” *Turbul. J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, p. 25, 2019, doi: 10.36767/turbulen.v2i1.523.
- [11] M. R. W. W. A. W. A. W. K. Heru Purwanto, “Komparasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Jsn-Sr04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air,” *J. SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2019.
- [12] I. H. Santoso and A. I. Irawan, “Analisis Perbandingan Kinerja Sensor Jarak HC-SR04 dan GP2Y0A21YK Dengan Menggunakan Thingspeak dan Wireshark,” *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 18, no. 1, pp. 43–52, 2022, doi: 10.17529/jre.v18i1.23359.
- [13] D. H. Yapriyono and J. Dewanto, “Perancangan Spion Elektrik Tipe Tanduk pada Bus Pariwisata Berukuran Besar,” *J. Tek. Mesin Univ. Kristen Petra*, vol. 16, no. 1, pp. 1–8, 2016, doi: 10.9744/jtm.16.1.9-16.
- [14] F. Ahmed, M. A. Safiullah, S. H. Khan, A. Moinuddin, and A. M. Farhan, “Assembly of robotic arm based on inverse kinematics using stepper motor,” *Proc. - UKSim-AMSS 6th Eur. Model. Symp. EMS 2012*, pp. 285–290, 2012, doi: 10.1109/EMS.2012.36.
- [15] M. Irmansyah, E. Madona, and A. Nasution, “Design and application of portable heart rate and weight measuring tool for premature baby with microcontroller base,” *Int. J. GEOMATE*, vol. 17, no. 61, pp. 195–201, 2019, doi: 10.21660/2019.61.ICEE12.