

Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Padi Dengan Menerapkan Metode Pid Berbasis Arduino

Dedi Henrosamuel Lumban Gaol¹, Usti Fatimah Sari sitorus pane², Azlan³

¹ Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

^{2,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹dedi.marbun12345@gmail.com, ²ustipaneeee@gmail.com, ³Azlansaja@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: dedi.marbun12345@gmail.com

Abstrak

Desa Pardomuan merupakan salah satu daerah penghasil padi terbaik yang dapat menghasilkan beras berkualitas, bukan hanya menghasilkan beras yang berkualitas, desa pardomuan juga memiliki bermacam-macam jenis beras dari kualitas standart hingga high quality. Terlepas dari melimpahnya hasil padi yang bagus, para petani padi juga selalu mempunyai beberapa masalah yang dapat mempengaruhi terjadinya panen yang buruk dan bisa menyebabkan menurunnya kualitas padi tersebut. Para petani sudah melakukan usaha untuk mengurangi gangguan dari hama burung tersebut, namun cara yang dilakukan oleh para petani untuk mengurangi gangguan hama burung tersebut masih dengan menggunakan cara tradisional dan manual seperti dengan meletakkan orang-orangan sawah atau pun dengan merentangkan tali yang harus ditarik secara manual. Tentu hal tersebut kurang efektif dan efisien, karena hal tersebut banyak menyita waktu petani untuk menjaga padi mereka setiap hari. Oleh Karena itu dibuatlah rancang bangun alat sistem otomatisasi dengan menggunakan kontroller yang dapat membantu para petani padi, dengan alat ini petani lebih dimudahkan untuk melakukan pengusiran burung dan bisa mengurangi angka kualitas panen yang buruk disebabkan oleh hama burung. Adapun alat yang akan di rancang akan menggunakan sensor pir.

Kata Kunci: : Hama Burung, Arduino, Ultrasonic, Servo, Tanaman

Abstract

Pardomuan Village is one of the best rice producing areas that can produce quality rice, not only producing quality rice, Pardomuan Village also has various types of rice from standard to high quality. Apart from the abundance of good rice yields, rice farmers also always have several problems that can affect the occurrence of poor harvests and can cause a decrease in the quality of the rice. Farmers have made efforts to reduce the disturbance of bird pests, but the methods used by farmers to reduce the disturbance of bird pests are still using traditional and manual methods such as placing scarecrows or stretching ropes that must be pulled manually. Of course this is less effective and efficient, because it takes up a lot of farmers' time to guard their rice every day. Therefore, a design was made for an automation system tool using a controller that can help rice farmers, with this tool farmers are more facilitated in repelling birds and can reduce the number of poor harvest quality caused by bird pests. The tool that will be designed will use a pir sensor.

Keywords: Bird Pests, Arduino, Ultrasonic, Servo, Rice Plants

1. PENDAHULUAN

Desa Pardomuan merupakan salah satu daerah penghasil padi terbaik yang dapat menghasilkan beras berkualitas, bukan hanya menghasilkan beras yang berkualitas, desa pardomuan juga memiliki bermacam-macam jenis beras dari kualitas standart hingga high quality. Terlepas dari melimpahnya hasil padi yang bagus, para petani padi juga selalu mempunyai beberapa masalah yang dapat mempengaruhi terjadinya panen yang buruk dan bisa menyebabkan menurunnya kualitas padi tersebut. disebabkan oleh serangan hama.

Oleh Karena itu dibuatlah rancang bangun alat sistem otomatisasi dengan menggunakan kontroller yang dapat membantu para petani padi, dengan alat ini petani lebih dimudahkan untuk melakukan pengusiran burung dan bisa mengurangi angka kualitas panen yang buruk disebabkan oleh hama burung. Adapun alat yang akan di rancang akan menggunakan sensor pir

Implementasi yang digunakan yaitu PID (proportional integral derivative) dan PID merupakan metode kontrol/pengendali yang umum digunakan di industri, sekitar 90% dari peralatan industri menggunakan metode PID karena mudah digunakan dan paling sederhana

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah cara yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data dalam rangka menjawab suatu pertanyaan penelitian atau menguji suatu hipotesis. Metode penelitian digunakan untuk menjamin keakuratan, keandalan, dan keobjektifan dalam proses penelitian [10]. Pada penelitian sistem implementasi iot (*internet of things*) pada sistem keamanan meteran pam pada rumah berbasis arduino ini akan diterapkan metode penelitian yang akan membantu dalam proses penelitian, mulai dari proses penentuan dan perumusan masalah sampai proses pengujian dan analisa sistem yang akan dibangun. Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1.1 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan aspek-aspek yang digunakan dalam membantu dalam proses penyusunan sebuah penelitian. Adapun instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini yakni antara lain adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi merupakan identifikasi masalah dengan pengamatan langsung pada sistem yang berada pada objek yang sedang di teliti dengan menggunakan panca indera dengan sadar dan dengan sistem pengamatan yang berlaku [11].

Pada rancang bangun alat pengusir hama burung padi di desa pardomuan kecamatan pollung humbang hasundutan dengan menarapkan metode pid berbasis arduino ini pengamatan dilakukan di desa Paradomuan dengan mengamati sawah yang berada didesa tersebut dan melihat beberapa burung yang memakan padi dari sawah tersebut.

2. Wawancara

Wawancara merupakan suatu proses interaksi antara dua atau lebih orang, di mana salah satunya bertindak sebagai pewawancara dan yang lainnya sebagai yang diwawancara, untuk mengumpulkan informasi dan membuat evaluasi terkait dengan suatu hal tertentu [12]. Wawancara dilakukan dengan tatap muka langsung dengan menggali informasi tanya jawab dari narasumber yaitu petani yang memiliki sawah sehingga tidak lari dari tujuan penelitian. Wawancara yang dilakukan pada penelitian ini melibatkan Bapak Roni sebagai petani yang memiliki salah satu sawah di desa pardomuan. Hasil dari wawancara yang dilakukan dapat menambah petunjuk dari sistem yang akan dibangun.

3. Study Literature

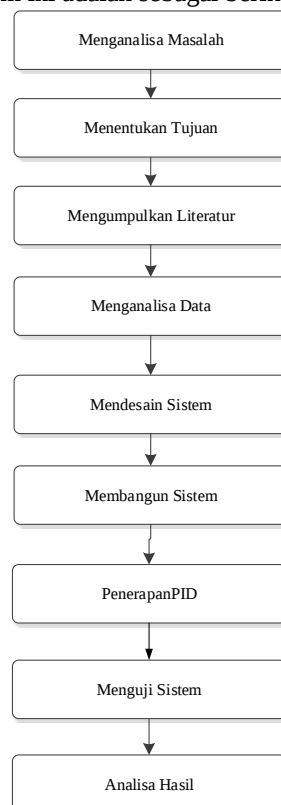
Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan literatur yang dapat berupa buku, jurnal atau makalah ilmiah yang berhubungan dengan objek penelitian yang akan diteliti. Literatur ini nantinya akan menjadi bagian penting untuk memperbanyak teori penelitian yang akan diuji.

4. Eksperimen atau percobaan langsung

Metode ini merupakan meliputi proses pembuatan sistem secara langsung untuk menguji desain yang telah dirancang dalam penelitian ini.

2.1.2 Kerangka Kerja

Kerangka kerja merupakan bagian yang akan dilalui secara bertahap sehingga penelitian sistem ini akan berjalan secara baik. Kerangka kerja ini dimulai dengan proses menganalisa masalah yang akan diteliti untuk kemudian nantinya akan diuji menggunakan metode penelitian sistem yang akan diterapkan pada sistem. Untuk kemudian bagian akhir nantinya berupa proses membuat analisa hasil yang akan menghasilkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan Adapun kerangka kerja yang dibuat pada sistem ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan kerja penelitian

Adapun penjelasan kerangka kerja dari sistem rancang bangun alat pengusir hama burung padi di desa pardomuan kecamatan pollung kabupaten humbong hasundutan dengan menerapkan metode pid berbasis arduino diatas adalah sebagai berikut:

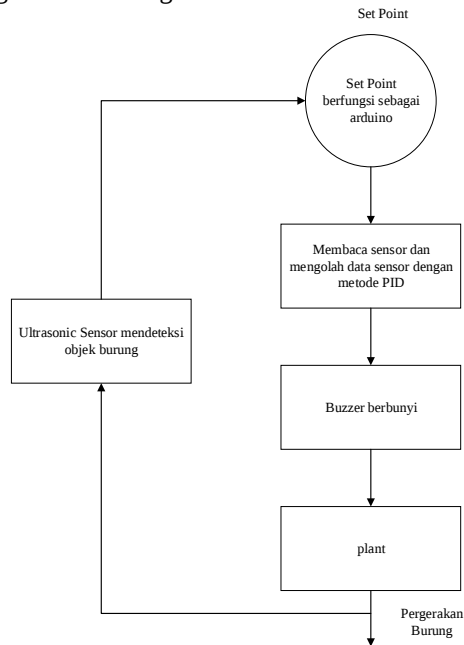
1. **Menganalisa Masalah**
Analisa masalah merupakan hal yang dilakukan dalam merumuskan masalah yang akan diteliti. Analisa masalah didapat dari observasi mengenai hal-hal yang berhubungan dengan objek penelitian. Adapun cara menganalisa masalah dari penelitian ini dengan cara meneliti dimana sensor tersebut akan dipasang
2. **Menentukan Tujuan**
Menentukan tujuan dari masalah yang telah dirumuskan dilangkah sebelumnya. Tujuan ini merupakan hasil yang ingin dicapai dari masalah yang ada sebelumnya yang bertujuan mempermudah dalam perancangan sistem. Setelah Analisa didapat maka di rancang sistem yang dapat mengusir hama burung dengan memanfaatkan output dari buzzer yang bertujuan untuk mengeluarkan suara sehingga burung yang mendengar suara tersebut langsung pergi.
3. **Mengumpulkan Literatur**
Setelah menentukan tujuan maka langkah selanjutnya perlunya mengumpulkan literature-literatur yang akan digunakan sebagai bahan referensi dalam penelitian ini adapun literatur yang dipakai adalah jurnal-jurnal ilmiah, modul pembelajaran dan buku tentang mikrokontroler arduino, pengantar elektronika, serta referensi tentang sistem keamanan yang dapat dibangun dengan memanfaatkan sensor ultrasonik maupun mikrokontroler arduino dengan mencari di toko buku maupun di perpustakaan.
4. **Menganalisa Data**
Setelah mendapatkan sumber referensi kemudian mencari sumber informasi datasheet dari sensor yang akan dipilih. Hasil analisa data ini akan menjadi catatan penting yang dikumpulkan dalam penelitian rancang bangun alat pengusir hama burung padi di desa pardomuan kecamatan pollung kabupaten humbong hasundutan dengan menerapkan metode pid berbasis arduino.
5. **Mendesain Sistem**
Langkah selanjutnya dengan merancang sistem prototype dengan memanfaatkan software sketchup yang untuk diterapkan pada rancang bangun alat pengusir hama burung padi di desa pardomuan kecamatan pollung kabupaten humbong hasundutan dengan menerapkan metode pid berbasis arduino..
6. **Membangun Sistem**
Proses membangun sistem kedalam bentuk prototipe yang sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sistem yang akan dibangun menggunakan perangkat keras yang dapat menunjang dalam penelitian ini.
7. **Penerapan PID**
Pada proses ini bertujuan agar data sensor yang didapat bisa diolah dan di terapkan agar sistem dapat berjalan sesuai yang diinginkan.
8. **Penerapan metode Kualitatif**
Metode yang digunakan adalah kualitatif yang bertujuan sebagai pengembangan sistem dengan mengumpulkan data melalui wawancara langsung dari petani di desa pardomuan, setelah itu melakukan pengamatan langsung pada sawah yang berada pada desa tersebut.
9. **Menguji Sistem**
Pada tahap ini sensor pir, ultrasonic dan arduino di uji dengan cara mendekatkan dan menjauhkan objek dan melihat hasil pembacaan dengan melihat nilai sensor yang terbaca pada sensor di serial monitor arduino, setelah nilai hasil dari pembacaan diketahui maka nilai diolah dengan menerapkan rumus PID pada arduino.
10. **Analisa Hasil**
Hasil yang diperoleh dari pengujian kemudian dianalisa kembali agar hasil yang ingin dituju lebih akurat dan sesuai dengan diharapkan. Dan dari hasil yang di dapatkan alat rancang bangun alat pengusir hama burung padi di desa pardomuan kecamatan pollung kabupaten humbong dapat berfungsi dengan baik dengan cara kerja mengaktifkan buzzer apabila ada objek burung yang terdeteksi dan buzzer aktif. Dengan cara kerja buzzer mengeluarkan suara sistem berfungsi untuk mengusir hama burung yang ada di sawah.

2.2 Metode Perancangan Sistem

Metode penelitian kualitatif adalah sebuah cara atau metode penelitian yang lebih menekankan analisa atau deskriptif. Dalam sebuah proses penelitian kualitatif hal hal yang bersifat perspektif subjek lebih ditonjolkan dan andasan teori dimanfaatkan oleh peneliti sebagai pemandu, agar proses penelitian sesuai dengan fakta yang ditemui di lapangan ketika melakukan penelitian. Metode penelitian kualitatif bertujuan untuk menjelaskan suatu fenomena dengan mendalam dan dilakukan dengan mengumpulkan data sedalam-dalamnya. Metode kualitatif lebih mengutamakan pengamatan fenomena dan lebih meneliti ke substansi makna dari fenomena tersebut. Analisis dan ketajaman penelitian kualitatif sangat terpengaruh pada kekuatan kata dan kalimat yang digunakan. Perhatian ketika seorang peneliti melakukan penelitian dengan metode kualitatif akan lebih fokus tertuju pada elemen manusia, objek, dan institusi, serta hubungan atau interaksi di antara elemen-elemen tersebut, dalam upaya memahami suatu peristiwa, perilaku, atau fenomena. [33].

2.3 Algoritma Sistem

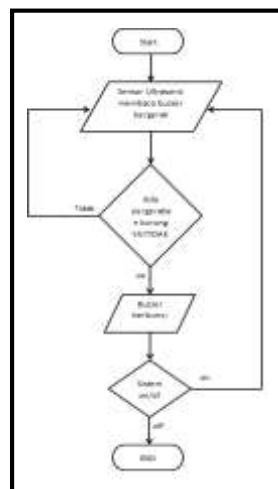
Pada Penelitian ini dibahas algoritma / metode yang digunakan di dalam penelitian. Algoritma sistem mencakup sub proses yang digambarkan pada diagram algoritma sistem serta penjabaran-penjabarannya ini dilakukan dengan menggunakan metode Kualitatif. Input berupa trial error secara real time, dan output berupa pembacaan dari sensor ultrasonik, dengan temuan dibandingkan dengan pengukuran manual. Kontroler PID diimplementasikan menggunakan software Arduino. Dapat dilihat pada gambar 2.2 Diagram blok kontrol PID



Gambar 2. Diagram blok kontrol PID

2.4 Flowchart Sistem

Flowchart atau diagram alir ini menggambarkan keseluruhan sistem dari perangkat Input pada sensor Ultrasonic, adaptor 5v sampai output motor servo. Buzzer. Diagram ini dimana akan dimulai dari proses inisialisasi untuk proses pengecek keseluruhan komponen yang akan bekerja. Sensor ultrasonic membaca pergerakan burung pipit di area sawah, dan akan mengirimkan nilai pembacaan ke Arduino uno sehingga hasil dari pembacaan diolah dan conversikan nilai pid sehingga nilai hasil akhir dari sensor ultrasonic akan mengaktifkan buzzer, lalu buzzer bersuara Adapun flowchart rancang bangun alat pengusir hama burung padi di desa pardomuan kecamatan pollung humbang hasundutan dengan menerapkan metode pid berbasis arduino sistem dari sensor ultrasonic buzzer dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Flowchart sistem

2.5 Hama Burung Pada Tanaman Padi

Terdapat beberapa jenis burung yang dapat menjadi hama pertanian pada tahap pematangan bulir padi, Burung tersebut antara lain adalah pipit (*Lonchura leucogastroides*) Peking (*Lonchura punctula*) bondol haji (*Lonchura maja*),

burung gereja (*passer montanus*), bondol hitam (*Lonchura maja*) manyar padi (*ploceus manyar*) dan betet (*psittacula alexandri*) beberapa jenis burung tersebut yang paling umum terdapat di sawah antara lain pipit, peking dan bondol idham dan budi [1].

Burung pipit adalah jenis hama dari kelas unggas (*aves*) pemakan biji-bijian yang menyerang malai pada tanaman padi untuk memakan biji atau bulir padi. Hal ini menyebabkan petani mengalami kehilangan 30—50 persen hasil produksi. Burung akan menyerang tanaman yang sudah berumur 70—80 hari, saat bulir-bulir. Pertanian sekarang ini mengalami berbagai macam permasalahan terutama dengan adanya revolusi hijau (*green revolution*) dimana lebih mengedepankan pada pemanfaatan teknologi modren yang dampaknya sangat serius terutama penggunaan obat-obatan dan pupuk kimiawi. permasalahan yang dihadapi petani yang diantaranya adalah menurunnya kaulitas kesuburan tanah, banyaknya hama dan penyakit tanaman, dan perubahan iklim yang tidak menentu [2].

2.6 Metode Pid

PID merupakan singkatan dari Propotional Integral Derivative. PID Controller merupakan salah satu metode control yang paling umum di gunakan di industri dan dapat di terima secara universal dalam industri. PID control sangatlah populer karena kinerjanya yang bagus dan kuat dalam berbagai kondisi operasi dan juga karena kesederhanaan fungsinya yang memungkinkan para operator mengoprasikan dengan cara sederhana dan mudah.. PID Controller sangat tepat digunakan pada kontrol dengan konfigurasi single input dan single output, namun ada perlakuan khusus agar PID controller dapat digunakan di konfigurasi lain [3].

Kontrol PID pertama dikembangkan pada tahun 1911 oleh Elmer Sperry. Pada Tahun 1933 Taylor Instrumental Company (TIC) menggunakan pengontrol pneumatic pertama dengan menggunakan kontrol proporsional yang dapat diatur. Beberapa tahun kemudian, ditemukan formula untuk menghilangkan error steady state pada kontrol proporsional dengan cara menggunakan kontrol integral dan. penggabungan kedua kontrol ini disebut Kontrol Proporsional – Integral. Pada tahun 1940 TIC mengembangkan PID Control pertama pada PID dengan menambahkan kontrol derivative yang mana dapat mengurangi isu overshoot yang di timbulkan oleh kontroler proporsional. Pada Tahun 1942 Ziegler and Nichols memperkenalkan tuning rule yang dapat di gunakan oleh para praktisi agar mendapatkan konstanta/ parameter PID dengan tepat. Dan pertengahan tahun 1950, PID controller secara luas mulai dikenalkan dan digunakan pada industri. Seperti pada namanya PID terdiri dari 3 controller dasar yaitu Kontrol Proporsional, Kontrol Integral dan yang terakhir adalah Kontrol Derivatif [4]

2.7 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output, dimana 6 pin digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack catu daya eksternal, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua berisi hal-hal yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler; sederhana saja, hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan dengan adaptor AC-DC dan atau baterai untuk memulai menggunakan papan arduino [5].



Gambar 8. Arduino Uno

Arduino Uno R3 berbeda dari semua papan Uno sebelumnya yang sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sekarang, Arduino Uno menggunakan fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai dengan versi R2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Uno Revisi 2 memiliki resistor pulling untuk 8U2 dari jalur HWB ke ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU [6].

2.8 Sensor ultrasonic

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan pantulan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan sebuah objek tertentu yang ada di depannya. Sensor jenis ini menggunakan bunyi ultrasonik 20.000 Hz ++ untuk mendapatkan jarak dan waktu tertentu. Selain mengukur jarak, fungsi sensor ultrasonik juga mampu mendeteksi keretakan dan tipe benda yang berhasil memantulkan sinyal [7].

Misalnya, sebuah logam diberikan ultrasonik dan hasilnya satu bagian sinyal dikembalikan dengan baik. Kemungkinannya adalah area tertentu di logam tidak lagi memiliki permukaan sempurna karena ada retak atau rusak.

Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima. Frekuensi kerjanya pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz. Gambar Sensor Ultrasonik [8].



Gambar 9. Sensor Ultrasonic

2.9 Servos (Tower Pro MG996R)

Pengertian motor servo adalah perangkat elektromekanis yang dirancang menggunakan sistem kontrol jenis loop tertutup (*servo*) sebagai penggerak dalam sebuah rangkaian yang menghasilkan torsi dan kecepatan berdasarkan arus listrik dan tegangan yang diberikan. Motor servo tersedia dalam berbagai jenis, bentuk, dan ukuran [9]



Gambar 10. Servos (Tower Pro MG996R)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

1. Hasil Pengujian Sistem
 - a. SetPoint (Jarak yang diinginkan): 22 cm
 - b. Parameter PID: $K_p = 1.0$, $K_i = 0.1$, $K_d = 0.01$
 - c. Output Buzzer (Diwakili oleh nilai `analogWrite`): Rentang 0-255

Tabel 1. Pengujian Sistem

No.	Waktu (ms)	Jarak Terukur (cm)	Error (cm)	Integral	Derivative	Output PID	Nilai Output (analogWrite)
1	0	25,0	-3.0	-3.0	0,00	-3.31	0
2	100	23,5	-1.5	-4.5	0.015	-1.58	0
3	200	22,8	-0.8	-5.3	0.007	-0.85	0
4	300	21,5	0,5	-4.8	0.013	0,47	60
5	400	21,0	1,0	-3.8	0.005	1,08	100
6	500	20,0	2,0	-1.8	0.010	2,18	130
7	600	19,2	2,8	1,0	0.008	3,08	180
8	700	22,0	0,0	1,0	0.028	0,03	0
9	800	23,0	-1.0	0,0	-0.01	-1.11	0
10	900	22,5	-0.5	-0.5	0.005	-0.55	0

1. Penjelasan Data:
 - a. Jarak Terukur (cm): Ini adalah data yang diterima dari sensor ultrasonik, diukur dalam centimeter.
 - b. Error (cm): Ini adalah selisih antara setPoint (22 cm) dengan jarak yang terukur.
 - c. Integral: Nilai kumulatif dari error yang digunakan untuk mengoreksi error pada jangka panjang.
 - d. Derivative: Nilai yang menunjukkan perubahan error dari waktu ke waktu, digunakan untuk merespons perubahan cepat pada sistem.

- e. Output PID: Hasil dari perhitungan PID berdasarkan error, integral, dan derivative. Nilai ini menentukan bagaimana sistem merespons error.
 - f. Nilai Output (analogWrite): Ini adalah nilai yang dikirimkan ke buzzer untuk mengatur tingkat intensitas atau frekuensi suara yang dihasilkan.
2. Analisis Hasil:
- a. Pada awalnya, jarak terukur sedikit lebih besar dari setPoint, sehingga sistem menghasilkan output rendah atau bahkan nol.
 - b. Saat jarak mendekati setPoint, error berkurang, dan output PID pun menyesuaikan untuk menghasilkan nilai yang lebih rendah atau tetap pada batas minimum.
 - c. Jika jarak terus menurun di bawah setPoint, sistem akan menghasilkan output yang lebih besar untuk mendorong burung menjauh.
 - d. Nilai output diatur untuk tidak melebihi batas yang telah ditentukan (dalam hal ini, rentang 0-255 untuk analogWrite).

3.2 Kelemahan dan Kelebihan Sistem

Dalam setiap pembuatan dan perancangan sistem tentu akan ditemukan kelebihan dan kelemahan sistem. Dengan kelebihan dan kelemahan sistem tersebut maka pembaruan dapat dilakukan dengan memanfaatkan hasil data dari kelebihan dan kelemahan sistem tersebut. Adapun kelebihan dan kekurangannya adalah sebagai berikut:

3.2.1 Kelebihan Sistem

1. Sistem ini dapat melakukan deteksi objek secara realtime.
2. Sistem dapat menghidupkan suara apabila ada objek burung terdeteksi.
3. Lingkup deteksi objek dapat mencakup 180 derajat.

3.2.2 Kelemahan Sistem

1. Sistem tidak dapat membedakan objek burung maupun yang lainnya.
2. Lingkup deteksi hanya 180 derajat
3. Ketika listrik mati sistem akan otomatis mati dan tidak bekerja

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari rancang bangun alat pengusir hama burung padi di Desa Pardomuan, Kecamatan Pollung, Humbang Hasundutan dengan menerapkan metode PID berbasis Arduino ini adalah bahwa perancangan sistem menggunakan modul Arduino sebagai pengendali sistem serta menerapkan metode PID pada sistem. Penerapan metode PID pada alat pengusir hama burung padi berhasil dilakukan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Metode PID dapat berjalan sesuai dengan program yang dibuat, sehingga buzzer dapat mengikuti nilai output yang dihasilkan oleh metode PID.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. Hardiansyah, "Pengusiran Hama Burung Pemakan Padi Otomatis Dalam Menunjang Stabilitas Pangan Nasional," *J. Abadi*, vol. 2, no. 1, pp. 86–103, 2020.
- [2] A. Ardiansyah, J. Budi Hernowo, and D. Swastiko Priyambodo, "PENGARUH SERANGAN BURUNG BONDOL TERHADAP KERUSAKAN TANAMAN PADI DI BOGOR (The Influences of Bondol Attack Against Paddy Damage in Bogor)," *Agustus*, vol. 22, no. 2, pp. 101–110, 2017.
- [3] L. R. Noer, G. Arif Handiwibowo, and B. Syairudin, "Pemanfaatan Alat Pengusir Burung untuk Meningkatkan Produktifitas Pertanian di Kecamatan Sukolilo Surabaya," *Sewagati*, vol. 4, no. 1, p. 38, 2020, doi: 10.12962/j26139960.v4i1.6121.
- [4] R. Muhandian and K. Krismadinata, "Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 328, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.108034.
- [5] A. MA'ARIF, R. ISTIARNO, and S. SUNARDI, "Kontrol Proporsional Integral Derivatif (PID) pada Kecepatan Sudut Motor DC dengan Pemodelan Identifikasi Sistem dan Tuning," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 374, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.374.
- [6] S. F. Anggraini, A. Ma'arif, and R. D. Puriyanto, "Pengendali PID pada Motor DC dan Tuning Menggunakan Metode Differential Evolution (DE)," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 6, no. 2, pp. 147–159, 2020, doi: 10.15575/telka.v6n2.147-159.
- [7] I. Hudati, D. Y. Kusuma, N. B. Permatasari, and R. R. Pebriani, "Sensor Ultrasonik Waterproof A02YYUW Berbasis Arduino Uno pada Sistem Pengukuran Jarak," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 14–19, 2021, doi: 10.22146/juliet.v2i2.71146.

- [8] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, "JURNAL EINSTEIN Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PARKIR MOBIL BERBASIS ARDUINO," *J. Einstein*, vol. 5, no. 3, pp. 19–26, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafie-issn:2407-747x,p-issn2338-1981>
- [9] M. I. Ma'arif, F. I. Adhim, and F. Istiqomah, "Implementasi Metode PID untuk Mengontrol Posisi Motor Servo pada Sistem Sortir Berat Adonan," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.71125.
- [10] D. Alexander and O. Turang, "Pengembangan Sisrem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu," *Semin. Nas. Inform.*, vol. 2015, no. November, pp. 75–85, 2015.
- [11] D. Hardianti, M. Rizki, and F. Yanti, "Penggunaan Dht11 Dan Arduino Uno Sebagai Pendeteksi Suhu Pada Laptop," *Relativ. J. Ris. Inov. Pembelajaran Fis.*, vol. 1, no. 2, p. 38, 2019, doi: 10.29103/relativitas.v1i2.1463.
- [12] J. A. Prihantono, "Pengaturan suhu dengan menggunakan kontrol PID: Indonesia," *J. Ind. Elektro dan Penerbangan*, 2000, [Online]. Available: <https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/488%0Ahttps://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/download/488/436>