

RESEARCH ARTICLE

Pembangunan Sistem Kendali Pergerakan Kamera Untuk Pemantauan Kondisi Kepiting

Aldi Ahmad Fadilah, Nina Hendrarini* and Duddy Soegiarto

Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: ninahendrarini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kepiting bakau merupakan salah satu makhluk hidup laut yang memiliki peluang ekonomi yang besar. Meskipun memiliki potensi yang besar, pembudidayaan kepiting bakau masih terkesan manual yang menyebabkan kepiting rawan gagal panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan sistem *precision aquaculture* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk budidaya kepiting bakau. Tujuan sistem ini dirancang adalah untuk memantau kondisi kepiting secara berkala tanpa campur tangan manusia, dimana motor *stepper* akan menggerakkan kamera untuk mengambil gambar dan mengirim gambar tersebut menuju website. Metode yang digunakan adalah studi literatur dan Prototipe. Hasil dari penelitian ini adalah motor *stepper* mampu berhenti tepat diatas box kepiting dan memberikan sinyal kepada ESP32-CAM untuk mengambil gambar dan kembali ke posisi awal setelah sampai pada titik terakhir. Diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi budidaya kepiting dengan mengoptimalkan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan kepiting, mengurangi risiko kematian, dan meningkatkan hasil produksi secara keseluruhan.

Key words: *Precision aquaculture*, kepiting, pemantaun, Motor *stepper*

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak hutan mangrove sebagai ekosistem pendukung untuk keberlangsungan makhluk hidup laut, salah satunya adalah kepiting bakau [1]. Ekosistem mangrove di Indonesia menawarkan potensi besar dalam pengembangan budidaya kepiting bakau. Pada tahun 2021 Indonesia mengalami lonjakan nilai ekspor kepiting hingga 613.25 juta U.S dollar atau hampir setara dengan 10 triliun rupiah, mengalahkan ekspor udang dan tuna [2], hal ini menunjukkan bahwa kepiting memiliki peluang ekonomi signifikan bagi peternak kepiting di Indonesia. Namun, pada tahun berikutnya Indonesia mengalami kembali penurunan angka penjualan. Salah satu penyebab menurunnya angka penjualan adalah dikarenakan penerapannya yang masih terkesan manual pada pembudidayaan kepiting bakau yang menyebabkan rawan gagal panen, sehingga investor enggan untuk menanamkan modal pada sektor kepiting bakau [3]. Salah satu penyebab pembudidayaan kepiting yang membuat kepiting gagal panen adalah kurangnya pengawasan terhadap kepiting bakau [4]. Salah satu cara untuk memantau kondisi kepiting yaitu dengan menggunakan kamera. Kamera yang digunakan juga harus dapat memantau beberapa box kepiting secara berkala. Tujuan dikembangkan sistem kendali kamera ini adalah supaya kamera lebih leluasa mengambil gambar dengan adanya *conveyor* dan pengambilan gambarnya pada beberapa box kepiting dapat dilakukan secara otomatis.

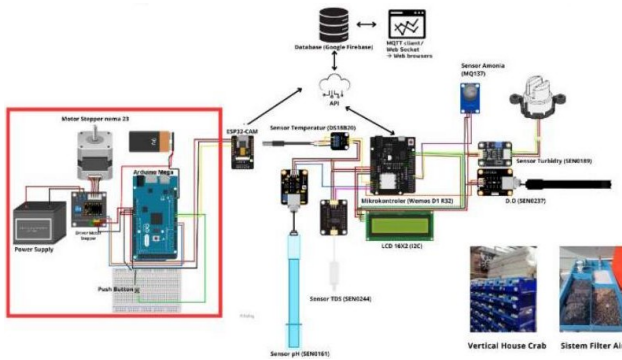
Tinjauan Pustaka

Precision Aquaculture

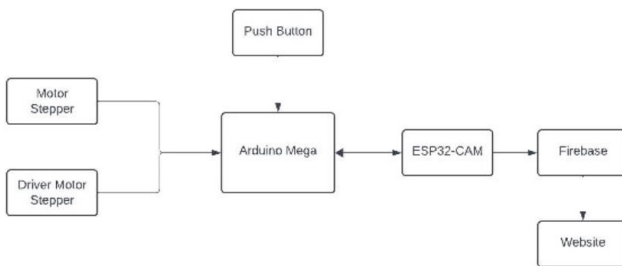
Precision Aquaculture didasarkan pada serangkaian sensor yang berbeda dan saling terhubung yang ditempatkan di lingkungan laut untuk memantau, menganalisis, menginterpretasikan, dan memberikan dukungan keputusan bagi operasi budidaya. Inovasi teknologi terbaru memungkinkan akuakultur menjadi bagian dari IoT [5]. Sistem *precision aquaculture* seringkali terintegrasi dengan *platform cloud* dan *fog computing*, memungkinkan data dianalisis secara lokal (*fog*) maupun jarak jauh (*cloud*). Hasil analisis ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan kondisi budidaya, meminimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan pertumbuhan hewan laut, serta mengurangi risiko kematian akibat kondisi lingkungan yang tidak ideal.

Arduino Mega

Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler yang berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki pin digital input/output sebanyak 54 pin, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol reset [6]. Arduino Mega sering digunakan dalam sistem kontrol otomatis yang membutuhkan pemrosesan data dari berbagai sensor, serta mengirimkan output ke aktuator seperti motor, pompa, atau lampu.



Gambar 1. Sistem Keseluruhan



Gambar 2. Blok Diagram

Motor Stepper Nema 23

Motor Stepper merupakan alat elektromekanis yang cara kerjanya mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit (Islami, 2010). Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor [7]. Salah satu keunggulan motor stepper Nema 23 ini adalah kemampuannya untuk bergerak dalam langkah-langkah kecil yang presisi, biasanya 200 langkah per putaran, yang setara dengan 1,8 derajat per langkah.

Driver Motor Stepper

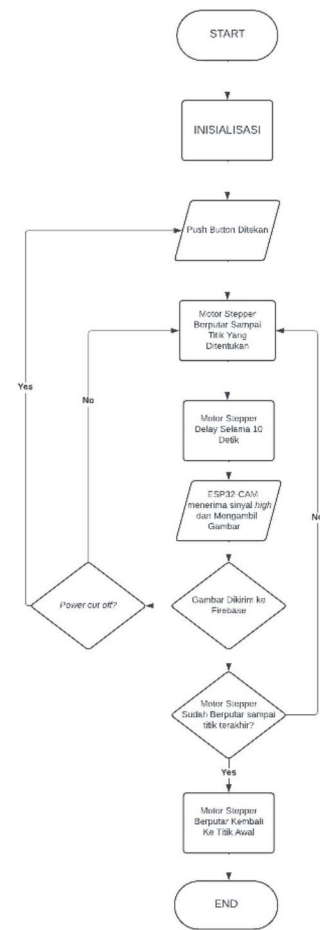
Driver Motor Stepper merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan controller dengan aktuator juga memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator [7]. Secara keseluruhan, driver motor stepper adalah komponen krusial yang memungkinkan motor stepper untuk bekerja dengan optimal dan presisi untuk memungkinkan aplikasi yang memerlukan kontrol pergerakan yang tepat.

Expansion Board A4988 DRV8825

Dalam pemasangannya driver memerlukan modul Shield agar driver dapat terkoneksi pada kontroler Arduino mega [8]. Dengan menggunakan driver expansion board ini, pengembangan sistem kontrol motor stepper menjadi lebih sederhana, terstruktur, dan mudah untuk diimplementasikan, memungkinkan pengembangan proyek yang lebih cepat dan efisien. Expansion board ini mampu untuk mengalirkan arus DC sebesar 12 V – 24 V. Alat ini dirancang untuk memudahkan koneksi dan pengaturan motor stepper dalam berbagai proyek elektronik dan robotika.

Power Supply

Power Supply merupakan perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan arus searah untuk sumber daya motor stepper. Fungsi dasar dari power supply adalah merubah tegangan



Gambar 3. Flowchart

arus bolak balik menjadi arus searah [9]. Secara keseluruhan, power supply adalah komponen yang krusial dalam berbagai sistem elektronik, memastikan perangkat mendapatkan daya yang mereka butuhkan dalam bentuk yang benar dan stabil, sehingga dapat berfungsi dengan optimal.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024 di Universitas Telkom, tepatnya di Gedung FIT (Fakultas Ilmu Terapan) lantai 1 di hangar.

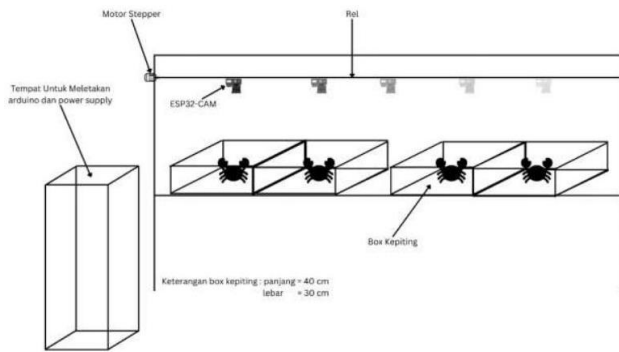
Perancangan Sistem

Gambar 1 merupakan perancangan sistem menyeluruh untuk budidaya kepiting bakau. Gambar dalam kotak merupakan fokus pada penelitian ini. Pada penelitian ini yang menjadi fokus utama penelitian ini adalah membahas rancangan alat untuk kendali pergerakan kamera. Pengujian dilakukan terhadap fungsionalitas dan akurasi motor stepper dengan program yang telah dibuat.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan diantaranya :

- Studi Literatur : Penelitian akademik yang bertujuan untuk mengkaji penelitian terdahulu, Hal ini membantu peneliti memahami konteks



Gambar 4. Konstruksi Mekanik

yang lebih luas dari masalah yang dihadapi serta memberikan dasar teoritis untuk penelitian yang akan dilakukan.

●**Prototipe** : Pendekatan dalam pengembangan sistem atau produk yang melibatkan pembuatan versi awal (prototype) dari sistem yang akan dikembangkan. Dalam penelitian ini, prototipe mencakup implementasi pergerakan kamera dengan motor *stepper* untuk memantau kondisi keping. Prototipe ini diuji untuk melakukan evaluasi keberhasilan pada sistem yang dirancang.

Blok Diagram

Gambar 2 merupakan blok diagram, sistem ini beroperasi dengan menggunakan *Push Button* sebagai pemicu untuk memulai atau melanjutkan proses otomatisasi. Ketika tombol ditekan, Arduino Mega akan mengaktifkan Motor *Stepper* untuk melakukan gerakan yang sudah diprogram, dan kemudian mengirim sinyal ke ESP32CAM untuk mengambil gambar disaat yang tepat. Hasil gambar dari ESP32-CAM diunggah ke *Firebase*, di mana data tersebut dapat diakses oleh pengguna melalui sebuah Website. Website ini memungkinkan pengguna untuk memantau aktivitas sistem secara *real-time*, memberikan fleksibilitas dalam pengawasan atau kontrol dari jarak jauh.

Flowchart

Langkah paling awal adalah setelah sistem menyala, tekan *push button* untuk menjalankan motor *stepper*, kemudian motor *stepper* akan berputar sampai titik yang ditentukan. Setelah sampai, motor *stepper* akan berhenti selama 10 detik. Lalu ESP32-CAM akan menerima sinyal dan mengambil gambar, gambar yang diambil tersebut akan dikirim ke *firebase*. Jika sudah sampai di titik terakhir maka motor *stepper* akan kembali ke titik awal jika tidak maka motor *stepper* akan berputar ke titik yang ditentukan. Jika terjadi *power cut off*, dengan menekan *push button* kembali maka motor *stepper* akan kembali melanjutkan program.

Konstruksi Mekanik

Gambar 4 adalah gambar box keping yang digunakan. Panjang rel yang digunakan adalah 2 meter. Jarak posisi awal ke box 139 cm, box 1 ke box 248 cm, box 2 ke box 354 cm, dan box 3 ke box 448 cm. Untuk mengetahui kecepatan, waktu, dan jarak yang dibutuhkan digunakan rumus sebagai berikut :

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

$$t = \frac{s}{v} \quad (2)$$

$$s = v \times t \quad (3)$$

Dimana :

a. v adalah kecepatan

Table 1. Tabel Pengujian

No	Keterangan	Gambar
1	Menekan <i>push button</i> untuk memulai program	
2	Motor <i>stepper</i> bergerak dari posisi awal ke titik 1 dalam waktu 13 detik	
3	Motor <i>stepper</i> berhenti di titik 1 dan kamera mengambil gambar	
4	Motor <i>Stepper</i> kembali bergerak dari posisi 1 menuju titik 2 selama 16 detik	
5	Motor <i>stepper</i> berhenti di titik 2 dan kamera mengambil gambar	
6	Motor <i>Stepper</i> kembali bergerak dari titik 2 menuju titik 3 dalam waktu 18 detik	
7	Motor <i>stepper</i> berhenti di titik 3 dan kamera mengambil gambar	
8	Motor <i>Stepper</i> kembali bergerak dari titik 3 menuju titik 4 selama 16 detik	
9	Motor <i>stepper</i> berhenti di titik 4 dan kamera mengambil gambar	
10	Kamera kembali ke posisi awal dalam waktu 63 detik	
11	Motor <i>stepper</i> delay selama 5 detik sebelum mengulang program	
12	Jika terjadi <i>power cut off</i> , dengan menekan <i>push button</i> lagi motor <i>stepper</i> akan melanjutkan program yang terhenti	

b. t adalah waktu

c. s adalah jarak

Persamaan (1) adalah untuk menghitung kecepatan, kemudian (2) untuk menghitung waktu yang dibutuhkan, dan (3) untuk menghitung jarak.

Hasil dan Pembahasan

Pada tabel 1 terlihat motor *stepper* dapat menjalankan program dengan baik. Hasil dari percobaan juga menunjukkan bahwa arduino berhasil memberikan sinyal kepada ESP32CAM. Dengan menggunakan rumus $v = \frac{s}{t}$, maka $v = \frac{39}{13}$ adalah 3. Jadi dapat diketahui bahwa kecepatan motor *stepper* adalah 3 cm/ detik. motor *stepper* berhasil menjalankan program dengan baik dimana motor *stepper* harus dapat berhenti di atas box kepiting dan memberikan sinyal ke ESP32-CAM untuk mengambil gambar. Motor *stepper* juga sudah dapat kembali ke titik nol dan melanjutkan program jika terjadi *power cut off*.

Pembahasan

Arduino Mega memainkan peran kunci dalam sistem ini untuk mengatur seluruh alur operasi. Motor *stepper*, yang digerakkan oleh driver, memungkinkan kontrol yang sangat presisi untuk aplikasi yang memerlukan pergerakan bertahap, seperti dalam memposisikan kamera secara akurat. ESP32CAM hanya aktif ketika menerima sinyal dari Arduino, memastikan efisiensi dalam penggunaan energi dan sumber daya. *Firestore* sebagai penyimpanan *cloud* sangat ideal karena memungkinkan gambar yang diambil dapat diakses dengan mudah dan cepat melalui website, mendukung kemampuan pemantauan dari jarak jauh. Pada kasus seperti pada pemantauan kepiting bakau, sistem ini sangat bermanfaat. Motor *stepper* dapat digunakan untuk mengontrol mekanisme pengumpan otomatis atau penggerak kamera dalam box kepiting bakau. Dengan ESP32-CAM, gambar dari aktivitas kepiting dapat diambil secara otomatis dan dikirim ke *Firestore*. Sistem ini dapat mendukung penelitian atau budidaya kepiting bakau dengan memberikan data visual yang terus diperbarui dengan memantau memantau kepiting dan kondisi lingkungan habitat mereka. Penggunaan *cloud* juga mempermudah pemantauan kondisi ini dari jarak jauh, bahkan dalam skala besar, sehingga pengelolaan budidaya menjadi lebih efisien.

Kesimpulan

Sistem kendali pergerakan kamera untuk budidaya kepiting berhasil diimplementasikan dengan baik, memungkinkan kontrol dan pemantauan secara efisien. *Push button* digunakan untuk memulai atau

melanjutkan operasi, di mana arduino mega mengatur pergerakan motor *stepper* dengan presisi dan mengirim sinyal kepada ESP32-CAM untuk pengambilan gambar tepat di atas box kepiting. Gambar yang diambil disimpan di *Firestore* dan nantinya dapat diakses melalui website. Dalam aplikasi seperti pemantauan kepiting bakau, sistem ini sangat bermanfaat dalam memberikan data visual secara *real-time* tentang aktivitas dan kondisi lingkungan habitat kepiting. Motor *stepper* dapat digunakan untuk mengendalikan mekanisme pergerakan kamera ESP32-CAM sementara ESP32-CAM mendokumentasikan perkembangan dan perilaku kepiting. Penyimpanan data di *Firestore* memudahkan pemantauan jarak jauh dan meningkatkan efisiensi pengelolaan box kepiting, sehingga sistem ini cocok untuk digunakan dalam penelitian, budidaya, atau pengelolaan sumber daya alam berbasis teknologi.

Daftar Pustaka

1. dan Kehutanan KLH. MANGGROVE INDONESIA UNTUK DUNIA; 2024. [Online]. Available from: <https://kanalkomunikasi.pskl.menlhk.go.id/mangrove-indonesia-untuk-dunia/>.
2. Department SR. Value of crabs exported from Indonesia from 2014 to 2022; 2022. [Online]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/1084108/indonesia-crab-export-value/>.
3. Lastri. Faktor Menurunnya Ekspor Kepiting Indonesia Ke Amerika Serikat. *Jom Fisip*. 2016;3(2):1-23.
4. Aulia D, Diamahesa WA. Manajemen Kualitas Air Pada Pembesaran Kepiting Bakau (*Scylla Sp.*) Sistem Apartemen Di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (Bbbpap) Jepara, Jawa Tengah. *Ganec Swara*. 2024;18(2):896.
5. O'Donncha F, Grant J. Precision Aquaculture. *IEEE Internet of Things Magazine*. 2020;2(4):26-30.
6. Mukminin A, Effendi H. Rancang Bangun Mesin CNC Mini Untuk Menggambar Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Program Studi Teknik Mesin Elektro - ISTN*. 2018;20(1):34-42.
7. Harizal IS, Prayitno A. Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System. *Jom Fteknik*. 2017;4(2):1.
8. Nugroho AA. Rancangan dan Implementasi Mesin Gambar Grafis Berbasis Arduino Uno; 2019.
9. Hardi, Hasibuan ARM, Muhaimin. Rancang Bangun Mesin CNC Milling 3-Axis Untuk Engrave PCB Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Tektro*. 2020;3(1):40-7.