

Metode *Accumulative Difference Images* untuk Mendeteksi Berhentinya Putaran Kincir Air

Adri Priadana ^{(1)*}, Aris Wahyu Murdiyanto ⁽²⁾

¹ Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi, Universitas Jenderal Achmad Yani, Yogyakarta

² Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Teknologi Informasi, Universitas Jenderal Achmad Yani, Yogyakarta

e-mail : {adripriadana3202,ariswahyumurdiyanto}@gmail.com.

* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 6 September 2020, direvisi 14 Oktober 2020, diterima 28 Oktober 2020, dan dipublikasikan 3 Mei 2021.

Abstract

Vannamei shrimp is one of Indonesia's fishery commodities with great potential to be developed. One of the essential things in shrimp farming is a source of dissolved oxygen (DO) or a sufficient amount of oxygen content, which can be maintained by placing a waterwheel driven by a generator set engine called a generator. To keep the waterwheel running, the cultivators must continue to monitor it in real-time. Based on these problems, we need a method that can be used to detect the cessation of waterwheel rotation in shrimp ponds that focuses on the rotation of the waterwheel. This study aims to analyze the performance of the Accumulative Difference Images (ADI) method to detect the stopped waterwheel-spinning. This method was chosen because compared with the method that only compares the differences between two frames in each process, the ADI method is considered to reduce the error-rate. After all, it is taken from the results of the value of several frames' accumulated movement. The ADI method's application to detect the stopped waterwheel-spinning gives an accuracy of 95.68%. It shows that the ADI method can be applied to detect waterwheels' stop in shrimp ponds with a very good accuracy value.

Keywords: *Motion Detection, Accumulative Difference Images, ADI Method, Waterwheel Spin, Cultivating Vannamei Shrimp*

Abstrak

Udang *vannamei* merupakan salah satu komoditas perikanan Indonesia yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Salah satu hal penting dalam budidaya udang adalah sumber *Dissolved Oksigen* (DO) atau jumlah kadar oksigen yang cukup di mana dapat dijaga dengan menempatkan kincir air yang digerakkan dengan mesin generator set yang disebut Genset. Dalam memastikan agar kincir air tetap menyala, para pembudidaya harus terus memantau secara *real-time*. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi berhentinya putaran kincir air pada tambak udang yang berfokus pada putaran kincir air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja metode *Accumulative Difference Images* (ADI) untuk mendeteksi berhentinya putaran kincir air. Metode ini dipilih karena jika dibandingkan dengan metode yang hanya membandingkan perbedaan antara dua *frame* pada setiap prosesnya, metode ADI dinilai dapat mengurangi *error-rate* karena diambil dari hasil nilai akumulasi pergerakan dari beberapa *frame*. Penerapan metode ADI untuk mendeteksi berhentinya gerak kincir air memberikan hasil akurasi sebesar 95,68% di mana menunjukkan bahwa metode ADI dapat diterapkan untuk mendeteksi berhentinya gerak kincir air pada tambak udang dengan nilai akurasi yang sangat baik.

Kata Kunci: *Deteksi Gerak, Accumulative Difference Images, Metode ADI, Putaran Kincir Air, Budidaya Udang Vannamei*

1. PENDAHULUAN

Udang *vannamei*, atau yang biasa dikenal masyarakat dengan sebutan udang vaname merupakan salah satu jenis udang yang dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia saat ini. Udang vaname telah menjadi salah satu komoditas perikanan Indonesia yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Sejak tahun 2013 mulai terjadi peningkatan permintaan udang



vaname di pasar internasional (Musrowati Lasindrang, 2015). Hal ini menyebabkan banyak pembudidaya udang vaname yang terus meningkatkan usaha budidayanya. Salah satu hal penting dalam budidaya udang adalah sumber *Disolved Oksigen* (DO) atau jumlah kadar oksigen yang cukup di dalam air agar udang mendapatkan pasokan oksigen yang cukup (H.Kordi & Tancung, 2007). Peningkatan kadar DO tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan kincir air pada tambak atau kolam (Mardhiya et al., 2018). Hal ini membuat peran kincir air pada tambak atau kolam udang menjadi hal yang utama di mana dapat membantu meningkatkan kadar oksigen di area sekitar perairan tambak (Nugraha et al., 2017).

Mesin *generator set* bertenaga diesel, atau yang sering disebut Genset, merupakan salah satu perangkat pembangkit daya listrik yang dimanfaatkan sebagai mesin penggerak kincir air. Dalam memastikan agar kincir air tidak mati, para pembudidaya harus terus memantau secara *real-time* untuk memastikan mesin Genset agar terus menyala. Tidak sedikit terjadi kasus di mana Genset masih menyala akan tetapi kincir air tidak bergerak. Hal ini dapat disebabkan karena patahnya saluran penggerak yang menghubungkan antara mesin Genset dengan kincir air. Jika kincir air tidak menyala, maka kadar oksigen di dalam air akan berkurang di mana akan mengancam keberlangsungan hidup dan meningkatkan jumlah kematian atau mortalitas udang vaname. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi berhentinya putaran kincir air pada tambak udang yang berfokus pada putaran kincir air.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja penggunaan salah satu metode pada pemrosesan citra digital untuk mendeteksi berhentinya putaran kincir air. Pemanfaatan pemrosesan citra digital untuk deteksi dipilih karena dilakukan berdasarkan pemantauan visual langsung pada objek utamanya yaitu putaran kincir air, bukan pada mesin Genset yang menjadi mesin penggerak. Penelitian ini akan menerapkan metode *Accumulative Difference Images* (ADI) untuk mendeteksi gerakan kincir air yang berputar pada suatu tambak atau kolam. Meskipun terdapat beberapa metode untuk mendeteksi objek bergerak (Saubari et al., 2019), metode ADI ini dipilih karena jika dibandingkan dengan metode yang hanya membandingkan perbedaan antara dua *frame* pada setiap prosesnya, metode ADI dinilai dapat mengurangi *error-rate* karena diambil dari hasil nilai akumulasi pergerakan dari beberapa *frame* (Priadana & Harjoko, 2017).

Terdapat beberapa penelitian yang menerapkan teknologi dalam pengembangan budidaya udang. Penerapan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) telah diterapkan oleh peneliti (Sneha & Rakesh, 2017) di mana diterapkan untuk memantau secara otomatis dan mengendalikan sistem budidaya udang dan sawah. Teknologi ZigBee *network* juga telah banyak diterapkan pada beberapa penelitian (Nguyen Tang Kha Duy, Tran Trong Hieu, et al., 2015; Rerkratr & Kaewpoonsuk, 2015) untuk sistem pemantauan dan kontrol. Selain itu, penerapan teknologi seperti *embedded system* dan *wireless sensor network* juga pernah dilakukan peneliti (Nguyen Tang Kha Duy, Nguyen Dinh Tu, et al., 2015) untuk pemantauan secara otomatis dan sistem kontrol untuk tambak udang.

Terdapat beberapa penelitian yang menerapkan teknologi dalam upaya menurunkan mortalitas udang pada suatu tambak, di mana dilakukan dengan cara merancang sistem *monitoring* kualitas air. Penerapan teknologi seperti Arduino dan *Internet of Things* (IoT) telah diterapkan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Maulana et al., 2017; Multazam & Hasanuddin, 2017; Pratama et al., 2019) di mana diterapkan untuk memantau kualitas air seperti suhu, pH, temperatur, dan *Disolved Oksigen* (DO). Pada beberapa penelitian tersebut memanfaatkan beberapa sensor seperti *pH sensor*, *temperature sensor*, *salinity sensor*.

Pada penelitian ini, peneliti akan menerapkan teknologi pemrosesan citra digital untuk membangun sistem deteksi berhentinya putaran kincir air di mana dilakukan dalam upaya menurunkan mortalitas udang pada suatu tambak. Jika dibandingkan dengan penerapan teknologi dalam upaya menurunkan mortalitas udang pada penelitian-penelitian sebelumnya di mana dilakukan dengan cara memantau kadar oksigen pada air, pada penelitian ini pemantauan langsung berfokus pada putaran kincir air sebagai salah satu komponen yang dapat meningkatkan kadar oksigen pada air. Oleh sebab itu, pada saat kincir air berhenti berputar



karena suatu hal, penanganan dapat segera dilakukan tanpa harus menunggu kadar oksigen dalam air menurun.

Berdasarkan dari studi literatur pada penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa belum terdapat penelitian yang menerapkan teknologi pemrosesan citra digital untuk mendeteksi berhentinya putaran kincir air. Penelitian ini memberikan kebaruan yaitu (a) dalam hal objek penelitian, deteksi gerak pada putaran kincir air berbasis pemrosesan citra digital, dan (b) dalam metode penelitian, yaitu penggunaan metode ADI untuk mendeteksi berhentinya putaran kincir air. Metode ADI yang pada dasarnya berfungsi sebagai deteksi gerak dapat mendeteksi gerakan putaran kincir air melalui kamera, sehingga metode ADI tentunya juga dapat digunakan untuk mendeteksi berhentinya gerakan kincir air.

Metode ADI juga telah dimanfaatkan oleh beberapa penelitian untuk mendeteksi gerak. Priadana dan Harjoko di 2017 (Priadana & Harjoko, 2017), menerapkan metode ADI untuk mendeteksi gerak pada sistem perubahan citra pada video di mana menghasilkan nilai akurasi 95.12%. Nurhopipah dan Harjoko di 2018 (Nurhopipah & Harjoko, 2018), menerapkan metode ADI untuk sistem pengawasan melalui video CCTV di mana menghasilkan nilai akurasi deteksi gerak 92.655%. Kholid et.al., di 2020 (Mohammad Faisal Kholid et al., 2020), menerapkan metode ADI untuk mendeteksi gerakan manusia pada video CCTV di mana menghasilkan nilai akurasi 95.23%. Selain itu, berdasarkan hasil perbandingan dari beberapa metode deteksi gerak seperti *Background Subtraction*, *Sobel*, *Adaptive Motion Detection*, dan *Frame Differences*, metode ADI merupakan metode yang digunakan untuk mendeteksi gerak yang memiliki nilai akurasi tertinggi (Ramadhan et al., 2018).

2. METODE PENELITIAN

Tahapan pada penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu pengumpulan data video putaran kincir air, penerapan metode ADI, dan pengujian metode.

2.1. Data Video Putaran Kincir Air

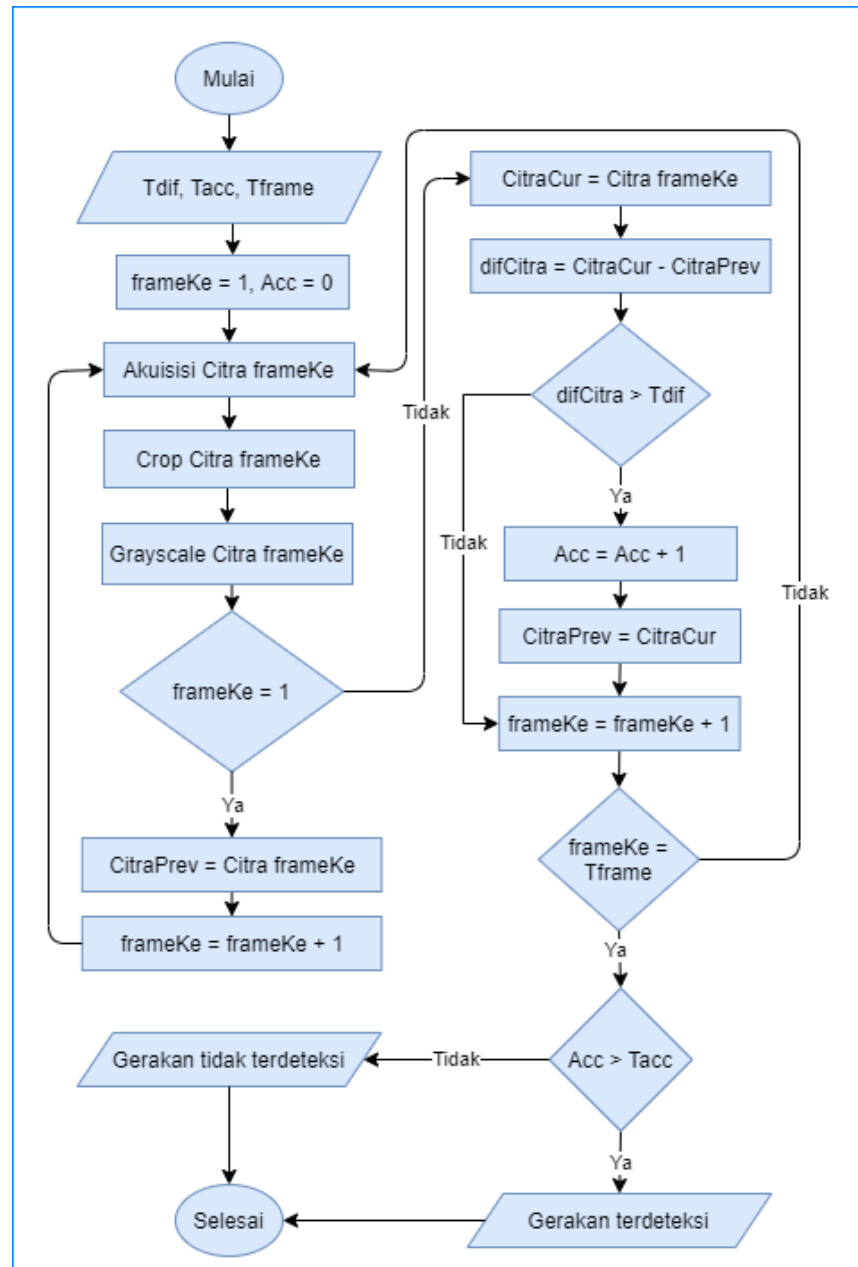
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah video yang berisi perubahan gerak kincir air baik dari berhenti menjadi bergerak ataupun sebaliknya. Video tersebut diambil dengan memanfaatkan kamera GoPro Hero 7 Black. Pengambilan video putaran kincir air tersebut dilakukan pada saat malam hari. Hal ini dikarenakan pada malam hari, kincir air harus selalu menyala untuk dapat menyuplai oksigen pada tambak udang.

2.2. Metode Accumulative Difference Images (ADI)

Penerapan metode ADI pada penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan bahasa pemrograman Python. *Flowchart* deteksi gerak dengan metode ADI pada penelitian ini ditunjukkan dalam diagram pada Gambar 1. Deteksi gerak dengan metode ADI diawali dengan memberikan masukan untuk variabel $Tdif$ yang menunjukkan nilai *threshold* perbedaan (*absolute*) antara *frame* saat ini dengan *frame* sebelumnya, $Tframe$ untuk menentukan jumlah *frame* sebagai dasar satu sesi deteksi gerak, dan masukan variabel $Tacc$ menunjukkan nilai *threshold* akumulasi.

Dalam penelitian ini, nilai variabel $Tframe$ bernilai sama dengan jumlah *frame* per detik dari video masukan. Hal ini bertujuan agar hasil deteksi gerak dapat diketahui pada setiap detiknya. Sedangkan untuk nilai variabel $Tacc$ didapatkan dari 50% dari jumlah *frame* per detik dari video masukan. Hal ini dapat diartikan bahwa dalam satu detik dapat dideteksi adanya gerakan jika terdapat lebih dari 50% dari jumlah *frame* dalam setiap detiknya mengalami perubahan. Nilai variabel $Tdif$ pada penelitian ini bernilai nol. Hal ini berarti bahwa suatu *frame* dapat disimpulkan adanya perubahan jika terdapat lebih dari nol *pixel* perbedaan.





Gambar 1. Flowchart deteksi gerak dengan metode ADI.

Tahap selanjutnya adalah inisialisasi pada beberapa variabel seperti variabel *frameKe* yang menunjukkan urutan perulangan yang diberi nilai awal yaitu satu dan variabel *Acc* menunjukkan nilai akumulasi yang diberi nilai awal yaitu 0. Selanjutnya akuisisi citra akan dilakukan pada *frame* saat ini dan sebelumnya di mana keduanya dilakukan *cropping* untuk mengambil area lokasi kincir air pada *frame* atau sering disebut sebagai *region of interest* (ROI) serta dikonversi ke dalam model warna *grayscale* dengan Pers. (1) (Dawson-Howe, 2014).

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.1114B \quad (1)$$

Apabila citra yang diakuisisi merupakan *frame* pertama, maka citra tersebut akan dianggap sebagai citra sebelumnya dan kemudian akan dilakukan akuisisi citra pada *frame* selanjutnya atau dapat disebut sebagai *frame* saat ini. *Frame* saat ini hasil proses *cropping* dan *grayscale* akan dibandingkan dengan *frame* sebelumnya hasil proses *cropping* dan *grayscale* dengan teknik



image subtraction. Metode tersebut merupakan teknik yang digunakan untuk menghitung perbedaan antara dua citra $f(x, y)$ dan $h(x, y)$ di mana dihitung dengan Pers. (2) (Gonzalez & Woods, 2018).

$$g(x, y) = f(x, y) - h(x, y) \quad (2)$$

Nilai $g(x, y)$ atau *difCitra* diperoleh dengan menghitung selisih antara semua pasangan pixels yang sesuai dari $f(x, y)$ atau *CitraCur* dan $h(x, y)$ atau *CitraPref*. Kemudian nilai perbandingan antara kedua *frame* tersebut akan dibandingkan dengan nilai $Tdif$. Jika nilai perbandingannya lebih besar dari pada $Tdif$, maka nilai akumulasi pada *frame* sebelumnya akan bertambah satu $Acc = Acc + 1$. Jika nilai perbandingannya lebih kecil dari pada $Tdif$, maka nilai akumulasi pada *frame* sebelumnya tidak akan berubah. Proses perbandingan antara *frame* saat ini dengan *frame* sebelumnya tersebut akan dilakukan pada *frame* selanjutnya sejumlah $Tframe$ di mana nilai akumulasi Acc akan bertambah jika nilai perbandingannya lebih besar dari pada $Tdif$.

Nilai akumulasi Acc tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai $TAcc$. Jika nilai akumulasi Acc lebih besar dari $TAcc$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat objek yang bergerak pada kumpulan *frame* yang berurutan dalam jangka waktu $Tframe$ tersebut. Jika nilai akumulasi Acc lebih kecil dari $TAcc$ maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat objek yang bergerak pada kumpulan *frame* yang berurutan dalam jangka waktu $Tframe$ tersebut atau dapat disimpulkan bahwa kincir air telah berhenti berputar.

2.3. Pengujian Metode

Pengujian penerapan metode ADI untuk deteksi berhentinya kincir air dilakukan dengan menghitung nilai *precision*, *recall*, dan *The Percentage Correct Classification (PCC) of system*, atau dapat disebut akurasi. *Precision* adalah kemampuan dari sistem untuk tidak mendeteksi kondisi yang tidak benar. Sedangkan *recall* adalah kemampuan sistem untuk mendeteksi kondisi yang benar. Nilai *precision* dan *recall* dilakukan dengan menggunakan Pers. (3) dan Pers. (4) serta pengukuran akurasi deteksi dilakukan dengan menggunakan Pers. (5) (Martín & Pobil, 2012),

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (3)$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (4)$$

$$akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (5)$$

di mana *true positive* (TP) merupakan gerakan yang terdeteksi di mana gerakan ini memang ada berdasarkan kenyataan. *False positive* (FP) merupakan gerakan yang terdeteksi namun tidak ada berdasarkan kenyataan. *False negative* (FN) merupakan gerakan yang tidak terdeteksi namun ada berdasarkan kenyataannya. *True negative* (TN) merupakan gerakan yang tidak terdeteksi di mana gerakan atau perubahan citra ini memang tidak ada berdasarkan kenyataan.

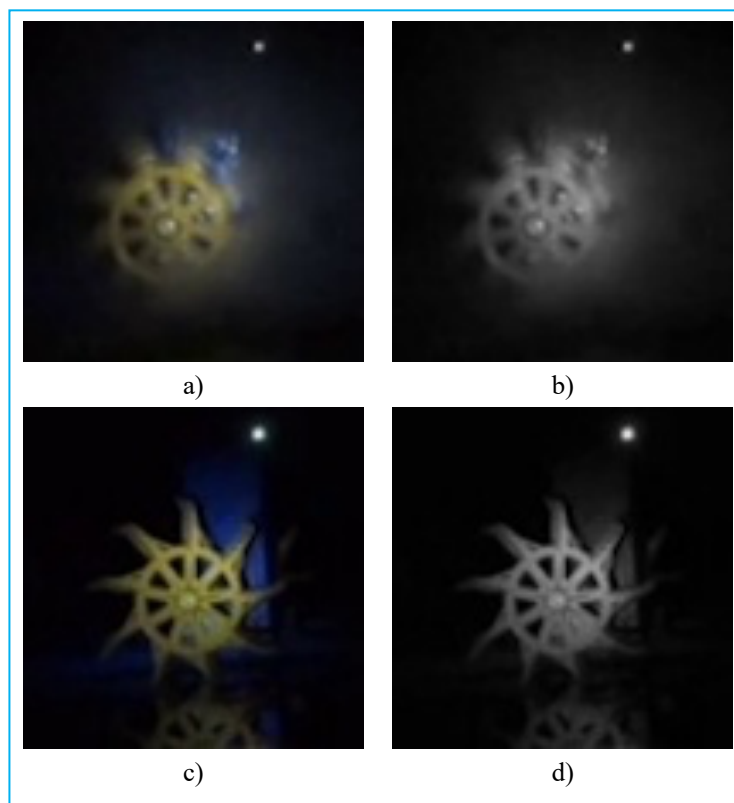
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data video yang digunakan adalah 10 video yang masing-masing berisi perubahan gerakan kincir air di mana lima video berisi perubahan gerak dari bergerak menjadi berhenti dan lima video berisi perubahan gerak dari berhenti menjadi bergerak. Kesepuluh video tersebut memiliki resolusi 640p atau nHD di mana ukurannya tepat sepersembilan (*one ninth*) dari *Full High Definition* (FHD) yang memiliki ukuran 1080p. Jumlah *frames per second* (FPS) dari masing-masing video adalah 30 FPS. Berdasarkan jumlah FPS tersebut maka nilai variabel $Tframe$ menjadi bernilai 30 dan nilai variabel $Tacc$ bernilai 50% dari 30 yaitu 15 *frames*. Setelah mendapatkan kedua nilai masukkan tersebut, proses selanjutnya adalah melakukan *cropping* dan konversi *grayscale* pada *frame* masukkan baik *frame* saat ini dan juga *frame* sebelumnya di mana ditunjukkan pada Gambar 2. *Frame* saat ini hasil proses *cropping* dan *grayscale* akan



dibandingkan dengan *frame* sebelumnya hasil proses *cropping* dan *grayscale* dengan teknik *image subtraction* di mana hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 tersebut dapat dilihat nilai perbedaan di mana menunjukkan adanya gerak pada *frame* tersebut. Proses perbandingan tersebut akan dilakukan pada *frame* selanjutnya sejumlah T_{frame} yang bernilai 30 di mana nilai akumulasi Acc akan bertambah jika nilai perbandingannya lebih besar dari pada T_{dif} yang bernilai 0. Nilai akumulasi Acc tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai T_{Acc} yang bernilai 15. Jika nilai akumulasi Acc lebih kecil dari T_{Acc} maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat objek yang bergerak pada kumpulan *frame* yang berurutan dalam jangka waktu T_{frame} tersebut atau dapat disimpulkan bahwa kincir air telah berhenti berputar. Hasil pengujian metode ADI pada data video yang telah dikumpulkan, ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 2. *Frame* kincir air a) *cropping frame* sebelumnya, b) *grayscale frame* sebelumnya, c) *cropping frame* saat ini, b) *grayscale frame* saat ini.



Gambar 3. *Frame* hasil *image subtraction*



Berdasarkan dari hasil pengujian pada Tabel 1, didapatkan hasil perhitungan *precision* dan *recall* dari deteksi gerak kincir air di mana didapatkan nilai *precision* sebesar 96,64% dan nilai *recall* 92,90%. Nilai akurasi yang didapat dari deteksi gerak kincir air dengan metode ADI secara keseluruhan adalah sebesar 95,82%. Jika dibandingkan dengan metode lain yang digunakan untuk mendeteksi gerak seperti metode *background subtraction* dengan algoritma *gaussian mixture model* yang mendapatkan hasil akurasi sebesar 88,3% (Harry et al., 2017), dan dengan metode *spektral residual* yang mendapatkan hasil akurasi sebesar 90% (Rahmawati & Nugroho, 2018), metode ADI untuk mendeteksi gerak kincir air pada penelitian ini mendapatkan hasil akurasi yang lebih baik yaitu sebesar 95,82%.

Lebih lanjut, berdasarkan dari hasil pengujian pada Tabel 1, dapat dilihat nilai *precision* dan *recall* dari deteksi berhentinya gerak kincir air di mana didapatkan nilai *precision* sebesar 93,24% dan nilai *recall* sebesar 98,57%. Nilai akurasi yang didapat dari deteksi berhentinya gerak kincir air dengan metode ADI adalah sebesar 95,68%. Hal ini menunjukkan bahwa metode ADI dapat diterapkan untuk mendeteksi berhentinya gerak kincir air pada tambak udang dengan nilai akurasi yang sangat baik.

Tabel 1. Hasil Deteksi Gerak dan Berhentinya Kincir Air.

No	Nama File	Keterangan	Durasi (detik)	TP	TN	FP	FN	Precision (%)	Recall (%)	Akurasi (%)
1.	V1.mp4		29	18	11	0	0	100	100	100
2.	V2.mp4	Berisi perubahan	32	15	15	0	2	100	88,23	93,75
3.	V3.mp4	gerakan kincir air dari	30	13	16	0	1	100	92,86	96,67
4.	V4.mp4	berhenti menjadi	30	19	11	0	0	100	100	100
5.	V5.mp4	berputar	27	10	14	0	3	100	58,82	88,89
6.	V6.mp4		31	15	16	0	0	100	100	100
7.	V7.mp4	Berisi perubahan	30	14	16	0	0	100	100	100
8.	V8.mp4	gerakan kincir air dari	29	16	13	0	0	100	100	100
9.	V9.mp4	berputar menjadi	29	16	13	0	0	100	100	100
10.	V10.mp4	berhenti	20	8	6	5	1	61,54	88,89	70
Jumlah				136	132	0	19	96,64	92,90	95,82
Jumlah (deteksi berhentinya gerak kincir air dari video nomor 6 sampai 10)				69	64	5	1	93,24	98,57	95,68

4. KESIMPULAN

Penerapan metode ADI untuk mendeteksi gerak kincir air secara keseluruhan memiliki nilai akurasi yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode lain yang digunakan untuk mendeteksi gerak seperti metode *background subtraction* dengan algoritma *gaussian mixture model* dan dengan metode *spektral residual*. Lebih lanjut, penerapan metode ADI untuk mendeteksi berhentinya gerak kincir air memberikan hasil akurasi sebesar 95,68% di mana menunjukkan bahwa metode ADI dapat diterapkan untuk mendeteksi berhentinya gerak kincir air pada tambak udang dengan nilai akurasi yang sangat baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas dukungan yang diberikan kepada penulis berupa bantuan dana penelitian dalam skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun pelaksanaan 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Dawson-Howe, K. (2014). *A Practical Introduction to Computer Vision with OpenCV*. Wiley.
- Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing* (4th ed). Pearson.
- H.Kordi, M. G., & Tancung, A. B. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. PT Rineka Cipta.
- Harry, M., Pratama, B., Hidayatno, A., Ajub, D., & Zahra, A. (2017). APLIKASI DETEKSI GERAK PADA KAMERA KEAMANAN MENGGUNAKAN METODE BACKGROUND SUBTRACTION DENGAN ALGORITMA GAUSSIAN MIXTURE MODEL. In *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* (Vol. 6, Nomor 2). Universitas Diponegoro.



- <https://doi.org/10.14710/TRANSIENT.6.2.246-253>
- Mardhiya, I. R., Surtano, A., & Suciyati, S. W. (2018). Sistem Akuisisi Data Pengukuran Kadar Oksigen Terlarut Pada Air Tambak Udang Menggunakan Sensor Dissolved Oxygen (DO). *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 6(1), 133–140. <https://doi.org/10.23960/JTAF.V6I1.1836>
- Martin, E. M., & Pobil, A. P. del. (2012). *Robust Motion Detection in Real-Life Scenarios* (1 ed.). Springer-Verlag London. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4216-4>
- Maulana, Y. Y., Wiranto, G., & Kurniawan, D. (2017). Online Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Udang Berbasis WSN dan IoT. *INKOM Journal*, 10(2), 81–86. <https://doi.org/10.14203/J.INKOM.456>
- Mohammad Faisal Kholid, Jian Budiarto, Ahmad Ashril Rizal, & Gibran Satya Nugraha. (2020). HUMAN MOVEMENT DETECTION DENGAN ACCUMULATIVE DIFFERENCES IMAGE. *TEKNIMEDIA: Teknologi Informasi dan Multimedia*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.46764/teknimedia.v1i1.7>
- Multazam, A. E., & Hasanuddin, Z. B. (2017). Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname. *JURNAL IT Media Informasi STMIK Handayani Makassar*, 8(2), 118–125.
- Musrowati Lasindrang, L. S. N. K. (2015). KAJIAN SEBARAN POTENSI EKONOMI SUMBER DAYA. *Jurnal Teknosains*, 4(2), 101–198. <https://doi.org/10.22146/teknosains.7953>
- Nguyen Tang Kha Duy, Nguyen Dinh Tu, Tra Hoang Son, & Luong Hong Duy Khanh. (2015). Automated monitoring and control system for shrimp farms based on embedded system and wireless sensor network. *2015 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICECCT.2015.7226111>
- Nguyen Tang Kha Duy, Tran Trong Hieu, & Luong Hong Duy Khanh. (2015). A versatile, low poweron monitoring and control system for shrimp farms based on NI myRIOand ZigBee network. *2015 International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCPEIC)*, 0282–0287. <https://doi.org/10.1109/ICCPEIC.2015.7259476>
- Nugraha, N. P. A., Agus, M., & Mardiana, T. Y. (2017). REKAYASA KINCIR AIR PADA TAMBAK LDPE UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DI TAMBAK UNIKAL SLAMARAN. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 16(1). <https://doi.org/10.31941/PENAAKUATIKA.V16I1.527>
- Nurhopipah, A., & Harjoko, A. (2018). Motion Detection and Face Recognition for CCTV Surveillance System. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 12(2), 107. <https://doi.org/10.22146/ijccs.18198>
- Pratama, A. S., Efendi, A. H., Burhanudin, D., & Rofiq, M. (2019). Simkartu (Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang) Berbasis Arduino dan SMS Gateway. *Jurnal SITECH: Sistem Informasi dan Teknologi*, 2(1), 121–126. <https://doi.org/10.24176/sitech.v2i1.3498>
- Priadana, A., & Harjoko, A. (2017). Deteksi Perubahan Citra Pada Video Menggunakan Illumination Invariant Change Detection. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 11(1), 89–98. <https://doi.org/10.22146/ijccs.17526>
- Rahmawati, L., & Nugroho, H. (2018). Deteksi Gerak Pada Citra Objek Video Surveillance Dengan Menggunakan Metode Spektral Residual. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.31284/j.integer.2018.v3i1.219>
- Ramadhan, D. I., Sari, I. P., & Sari, L. O. (2018). COMPARISON OF BACKGROUND SUBTRACTION, SOBEL, ADAPTIVE MOTION DETECTION, FRAME DIFFERENCES, AND ACCUMULATIVE DIFFERENCES IMAGES ON MOTION DETECTION. *SINERGI*, 22(1), 51. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2018.1.009>
- Rerkratn, A., & Kaewpoonsuk, A. (2015). ZigBee based wireless temperature monitoring system for shrimp farm. *2015 15th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)*, 428–431. <https://doi.org/10.1109/ICCAS.2015.7364953>
- Saubari, N., Gazali, M., & Ansari, R. (2019). Metode HLF untuk Deteksi Objek Terapung pada Permukaan Sungai Martapura. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 4(2), 43. <https://doi.org/10.14421/jiska.2019.42-06>
- Sneha, P. S., & Rakesh, V. S. (2017). Automatic monitoring and control of shrimp aquaculture and paddy field based on embedded system and IoT. *2017 International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI)*, 1085–1089. <https://doi.org/10.1109/ICICI.2017.8365307>

